

УДК 681.5:519.819:331.45

О.В. ОЛЬХОВИК, А.А. ПЕТРИКИН, И.В. БОГУСЛАВСКИЙ

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

Рассматривается концептуальная модель построения автоматизированной системы поддержки принятия решений в условиях чрезвычайной ситуации на машиностроительном предприятии.

Ключевые слова: автоматизированная система, визуализация, концепция, чрезвычайная ситуация, моделирование, информация.

Введение. Согласно статистике [1], за прошедшие два года (2008-2009 гг.) в Российской Федерации произошло 2578 чрезвычайных ситуаций (ЧС), из них 2236 – техногенного характера, в результате которых пострадало 4049 человек, погибло 5178 человек. Структура количественных показателей ЧС по их видам показана на рис.1.

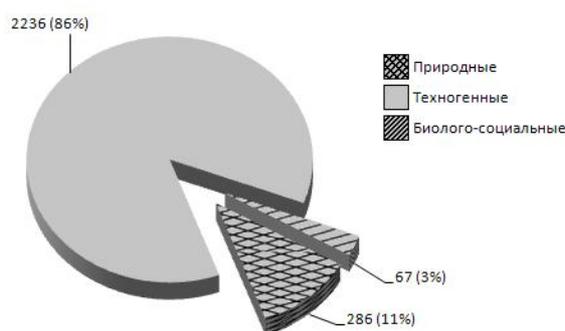


Рис. 1. Данные о чрезвычайных ситуациях в РФ за 2008-2009 гг.

Следует отметить, что действия людей при возникновении чрезвычайной ситуации (ЧС) техногенного характера определяются должностными инструкциями, однако принятие обоснованных решений именно на начальных стадиях развития и ликвидации аварийной ситуации в наибольшей степени может обеспечить эффективное использование имеющихся сил и средств для скорейшей ликвидации аварии и минимизации ее последствий. На сегодняшний день специалистам и руководителям служб и подразделений, участвующим в ликвидации последствий аварийных ситуаций, как правило, на начальном этапе приходится работать в условиях недостатка информации и исходных данных об объекте. Отсюда вытекает основная проблема управления в ЧС – принятие решений задерживается из-за необходимости поиска документации об объекте, ее обработки, доведения структуры и конструктивных особенностей объекта до рядовых сотрудников служб и подразделений. Особенно часто такие задержки могут иметь место при ликвидации аварий на производственных комплексах, имеющих сложную инфраструктуру [2].

В этом свете актуальной проблемой является создание системы поддержки принятия решений в условиях ЧС на потенциально опасных производствах, а также на предприятиях, имеющих развитую инфраструктуру.

Постановка задачи. Система поддержки принятия решений (СППР) в условиях ЧС должна служить первоочередной цели – спасению людей и второстепенной – снижению материального ущерба от ЧС. Такая система должна анализировать и предоставлять в удобной форме информацию, необходимую для принятия решения по эвакуации людей и принятию мер для ликвидации ЧС.

Система призвана решать следующие задачи:

- решение трудноформализуемых задач при управлении ликвидацией ЧС, обусловленных неполнотой и противоречивостью исходных данных;
- анализ, мониторинг и визуализация развития ЧС;
- моделирование развития ЧС с возможностью интерполяции времени распространения полей опасных факторов;
- повышение точности расчетов в условиях ограничения времени и выделяемых ресурсов;
- выработка информации, которая способствует принятию оптимальных управленческих решений;
- учет работы средств обеспечения безопасности.

Метод решения. Для организации эвакуационных мероприятий необходимо знать, где и сколько людей находится в здании, какие пути эвакуации для них доступны, сколько человек уже покинуло опасную зону и сколько в ней еще осталось. Такие сведения можно получить из информационной системы предприятия. Поэтому СППР должна тесно интегрироваться с информационной системой предприятия, иметь возможность получать данные о штатном составе, распределении персонала по зданию, а также информацию из системы контроля и учета доступа, если она установлена.

С другой стороны, СППР должна интегрироваться с комплексами систем внутренней безопасности, получать от них сигналы, извещения и иметь возможность передавать управляющие воздействия.

И, наконец, СППР должна не только автоматически оповещать о возникновении ЧС лиц, принимающих решения, но и передавать им информацию о возможном сценарии развития ЧС на основе оценки факторов риска, модели распространения ЧС и фактической информации, необходимой для организации эвакуации и организации мероприятий, направленных на ликвидацию ЧС.

Для взаимодействия с системами внутренней безопасности может быть использован протокол ВАСnet, который успешно зарекомендовал себя на практике в автоматических мультивендорных системах. Взаимодействие с информационной системой предприятия может осуществляться посредством ODBC либо XML. Предоставление информации, необходимой для принятия решения, может осуществляться через Интернет и/или GPRS.

Для представления данных, необходимых при принятии решения, использована трехмерная визуализация – метод, который за несколько последних лет стал преобладающим во многих отраслях. Также метод 3D-визуализации выбран в соответствии с указанием МЧС России от 28.02.2008 № 5/8/55 и приказом ЮРЦ МЧС России № 268 от 03.07.2009 «О формировании базы данных моделей потенциально опасных объектов, социально значимых и объектов с массовым пребыванием людей в 3D формате».

Для достижения поставленных целей и успешного решения задач, определенных выше, система может иметь структуру, показанную на рис.2.

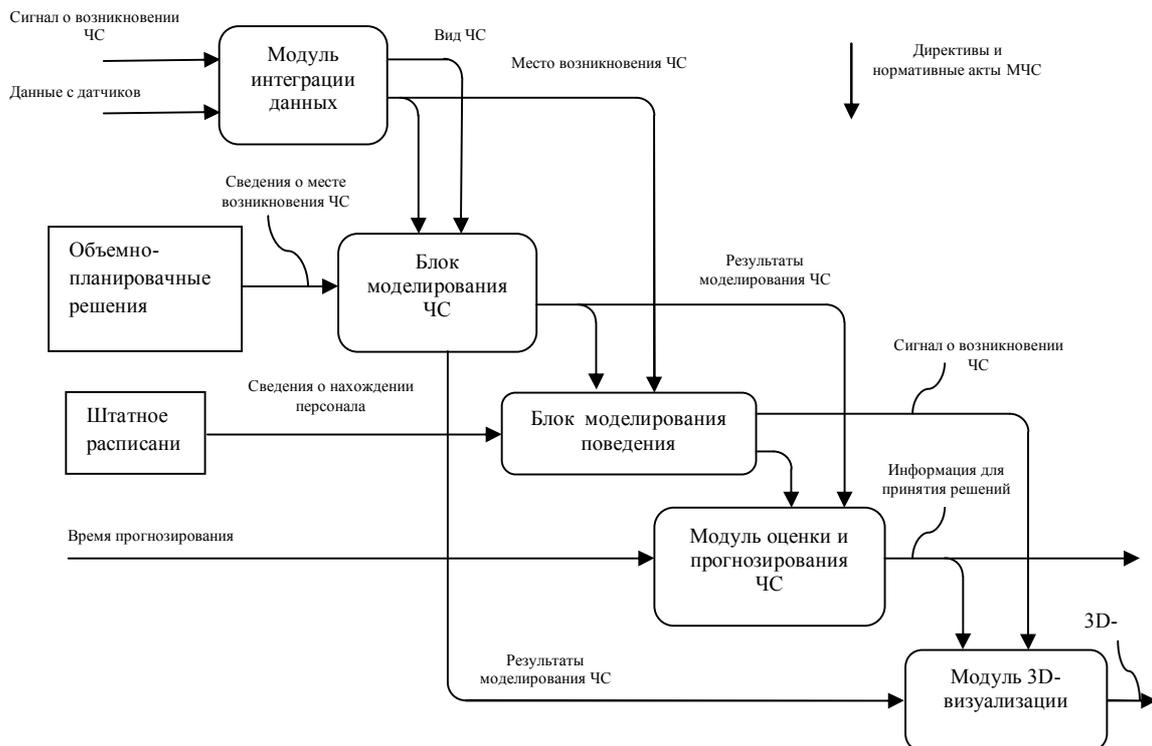


Рис 2. Структура автоматизированной системы поддержки принятия решений в условиях ЧС

Модуль интеграции данных предназначен для сбора данных, необходимых для моделирования ЧС из различных источников, и преобразования их в единый формат. В качестве источников данных могут рассматриваться:

- автоматические или автоматизированные системы безопасности (например, пожаротушения), поставляющие данные о месте и виде возникшей ЧС;

- информационная система предприятия, в частности кадровая подсистема, содержащая данные о штатном расписании сотрудников предприятия и графике трудового процесса;

- система контроля и управления доступом, содержащая точные сведения о фактическом нахождении сотрудников на территории предприятия или даже в месте возникновения ЧС.

На выходе модуль интеграции данных, во-первых, выдает информацию о месте возникновения ЧС, ее виде и, возможно, степени опасности. Эта информация должна формироваться на основе данных, поступающих от датчиков систем безопасности.

Во-вторых, модуль должен предоставлять информацию о геометрии места возникновения ЧС, оборудовании и других предметах, находящихся в нем, данные о свойствах материалов. Эти сведения необходимы для моделирования ЧС и построения модели эвакуации. Они могут храниться во внутренней базе данных системы.

В-третьих, модуль должен выполнить оценку вероятного количества людей, находящихся в очаге возникновения ЧС. Наиболее достоверным источником для такой оценки может служить система контроля и управления доступом, если ею оборудованы все помещения предприятия. Однако на практике сейчас большинство промышленных предприятий имеют систему контроля доступа только на проходных и в помещениях с высоким уровнем секретности. Поэтому источником для выполнения оценки может стать информационная система предприятия, содержащая данные о штатном расписании и рабочем графике.

Блок моделирования ЧС. Блок моделирования ЧС получает на вход информацию об очаге возникновения ЧС, виде ЧС, сведения из базы данных о расположении помещения в здании, его свойствах, а также характеристика объектов, расположенных в помещении. Используя точные математические модели, система позволяет моделировать ЧС – пожары как наиболее часто встречающиеся на машиностроительном предприятии. Для моделирования других ЧС необходимо провести исследовательскую работу по определению круга наиболее вероятных ЧС на предприятиях.

Моделирование развития пожара осуществляется на основе «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», утвержденной МЧС приказом №382 от 30 июня 2009 года.

Понятие моделирования пожаров охватывает физическое и математическое представление всех процессов, так или иначе связанных с возникновением и развитием пожара, включая физические, физико-химические и химические процессы, сопровождающие пожар, воздействие опасных факторов пожара на человека, поведение людей в экстремальных ситуациях, стратегию и тактику пожаротушения, оценку потенциального и фактического ущерба от пожаров. В этом смысле понятие моделирования пожаров практически сливается с понятием теории пожара.

По типу математического аппарата различают следующие модели:

- детерминированные;
- вероятностные;
- смешанные (детерминированные - вероятностные);
- имитационные.

Наиболее эффективным инструментом прогноза и изучения пожаров являются детерминированные математические модели.

Все многообразие детерминированных математических моделей развития пожара в помещениях (внутренние пожары) можно разделить на три группы:

- интегральные (модели первого поколения);
- зонные (модели второго поколения);
- полевые (CFD) (модели третьего поколения).

Наряду с детерминированным моделированием следует отметить и вероятностные оценки распространения пожара на основе статистической обработки данных по реальным пожарам.

Выбор конкретной модели для расчета динамики развития пожара осуществляется индивидуально, в зависимости от конструктивных особенностей здания [3].

Блок моделирования поведения персонала. Моделирование поведенческих реакций сотрудников предприятия осуществляется на основе данных о штатном расписании сотрудников, структуре здания, результатов моделирования и данных о месте возникновения ЧС.

Для проведения соответствующих расчетов в России уже около тридцати лет используется модель движения людских потоков - ADPLV ("Анализ движения людских потоков, вероятность"), где все пути внутри здания представлены как множество взаимосвязанных элементарных участков длиной около метра, на которых в последовательные моменты времени пересчитываются параметры движения людей. На базе модели было разработано одноименное приложение для расчета времени эвакуации из здания, включая начало и завершение движения по каждому участку

строения. Кроме того, ADPLV позволяет выделять участки с образованием критически высокой плотности, для которой помимо значения можно посчитать время ее образования и рассасывания, а также срок существования.

Это программное обеспечение было сертифицировано тогда еще Госстандартом РФ, однако пока более распространенной методикой подсчета остается ручное калькулирование по формулам из ГОСТ 12.1.004-91. Последний учитывает такие свойства движения людских потоков, как пересечение границы смежного участка пути, слияние и расчленение, а также частично позволяет принять во внимание образование и рассасывание скоплений. ADLPV более близка к реальности, так как позволяет рассчитать время эвакуации с учетом переформирования, растекания, неодновременности слияния, разуплотнения и неоднородности людского потока (например, наличие инвалидов).

Выбор конкретного способа определения расчетного времени эвакуации производится с учетом специфических особенностей объемно-планировочных решений здания, а также особенностей контингента (его однородности) людей, находящихся в нем. Поэтому в состав математического ядра моделирования движения людских потоков входит три модели:

- упрощенная аналитическая модель движения людского потока;
- математическая модель индивидуально-поточного движения людей из здания;
- имитационно-стохастическая модель движения людских потоков (ADLPV).

Результаты, полученные в ходе моделирования, позволяют рекомендовать меры совершенствования методики подготовки персонала к действиям в чрезвычайной ситуации, а также учета факторов естественного поведения людей при назначении расчетных методов определения времени начала эвакуации.

Модуль оценки и прогнозирования ЧС. На основе данных, поступивших из блоков моделирования ЧС и блока моделирования поведения персонала, данный модуль вырабатывает информацию, которая будет полезна лицу, принимающему решения (ЛПР).

Кроме того, в этом модуле выстраивается (или выбирается типичный) сценарий развития ЧС, по которому далее строится 3D-визуализация. В модуле должна быть предусмотрена возможность выбора как наиболее вероятного, так и наиболее опасного сценария. При этом модуль должен формировать данные, необходимые для 3D-визуализации развития ЧС на заданном интервале времени, что позволит лицу, принимающему решения, оценить возможное развитие ситуации в будущем.

Модуль 3D-визуализации. Метод трехмерной визуализации позволяет с большой точностью воссоздать окружающий мир и смоделировать сценарии различных событий, которое могут произойти, в том числе, особое внимание стоит уделить моделированию различных чрезвычайных ситуаций. Метод трехмерной визуализации наиболее подходит для наглядного представления результатов моделирования развития ЧС. Благодаря этому методу возможно визуально проанализировать эффективность эвакуации людей, качественно оценить эффективность работы систем безопасности жизнедеятельности, количественно оценить ущерб, нанесенный ЧС.

Трехмерная визуализация включает в себя разработку 3D модели защищаемого здания (сооружения), а также моделирование его внутренней структуры с учетом конструктивных особенностей, в том числе и моделирование внутренней обстановки помещений. Вся информация, необходимая для построения модели, хранится в базе данных.

На основе данных, поступающих из блока моделирования ЧС, блока моделирования поведения персонала, а также из модуля оценки и прогнозирования для ЛПР в трехмерном пространстве строится предельно четкая картина того, какая ЧС произошла, где расположены люди, какими путями они будут эвакуироваться, будет ли завершена эвакуация до момента блокирования путей эвакуации опасными факторами ЧС. Ответы на эти вопросы имеют большое практическое значение, так как позволяют в краткий период оценить обстановку в здании и принять оптимальное управленческое решение, а также координировать действия служб спасения.

Помимо трехмерного изображения лицо, принимающее решение, получает информацию в виде текста. Это небольшие текстовые сообщения служат пояснением того, что визуализируется на данный момент, а также любая другая информация, полезная в принятии решений (например, информация о том, что расчетное время эвакуации не превышает времени блокирования путей эвакуации).

Выводы. Мы основываемся на том предположении, что качество принимаемых в условиях ЧС решений можно повысить за счет применения наиболее доступного и удобного способа подачи информации. Таковым, на наш взгляд, является трехмерная визуализация сценария развития ЧС, снабженная краткими текстовыми комментариями. Поэтому наша дальнейшая работа прежде всего будет направлена на отработку технологий создания и применения трехмерных моделей про-

мысленных предприятий для возможностей имитационного моделирования аварийных ситуаций. Для этого нам потребуется решить следующие задачи:

- выбор (разработка) наиболее приемлемых с учетом достоверности и вычислительной сложности математических моделей развития различных типов ЧС;
- выбор модели эвакуации, учитывающей особенности машиностроительных предприятий, таких как сложность инфраструктуры и топологии;
- выбор метода визуализации результатов моделирования ЧС.

Мы также считаем, что для создания сценария развития ЧС необходимо решить задачу интеграции с различными системами предприятия, начиная от автоматических систем защиты и заканчивая информационными системами класса ERP.

Данная работа имеет постановочный характер. Авторы будут признательны за любые замечания, высказанные по содержанию статьи.

Библиографический список

1. Сайт МЧС. Статистические данные о чрезвычайных ситуациях на территории Российской Федерации. Электрон.ресурс. Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru/stats/> (дата обращения 28.02.2010).

2. Пресс-центр Autodesk . Применение трехмерного моделирования для минимизации последствий аварийных ситуаций на ядерно- и радиационно опасных объектах. Электрон.ресурс. Режим доступа: <http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/item?siteID=871736&id=11767762> (дата обращения 23.02.2010)

3. Приказ МЧС № 404 от 10.07.09 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах». Приложение № 6 «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» с. 2-3. Электрон.ресурс. Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru/upload/zakonodatelstvo/prilog6%20300609%20382.doc> (дата обращения 24.02.2010).

Материал поступил в редакцию 19.03.10.

O.V. OLKHOVIK, A.A. PETRIKIN, I.V. BOGUSLAVSKIY

CONCEPT OF THE DEVELOPMENT OF DECISION SUPPORT IN EMERGENCY

A conceptual model of the computer-aided decision support system in an emergency situation at the machine-building plant is discussed in the article.

Keywords: the automated system, visualization, concept, emergency situation, simulation, information.

ОЛЬХОВИК Олег Владимирович (р. 1973), заведующий сектором внедрения информационных технологий в учебный процесс ВЦ ДГТУ, кандидат технических наук (2000). Окончил Ростовский государственный университет путей сообщения (1995).

Область научных интересов: базы данных, информационные системы.

Имеет 14 публикаций.

olvick@spark-mail.ru

ПЕТРИКИН Андрей Александрович (р. 1987), ведущий программист сектора мультимедийных технологий ВЦ ДГТУ. Окончил Донской государственный технический университет (2009).

Область научных интересов: автоматизированные системы управления, методы трехмерной визуализации.

Имеет 2 публикации.

БОГУСЛАВСКИЙ Игорь Владимирович (р. 1963), проректор по научно-исследовательской работе и инновационной деятельности ДГТУ, доктор технических наук (1997), профессор (2001) кафедры «Робототехника и мехатроника». Окончил Ростовский-на-Дону институт сельскохозяйственного машиностроения (1985).

Область научных интересов: информационные технологии и организация производства.

Имеет более 180 публикаций, в том числе 3 монографии.