

Метод прогнозирования последствий и модель автоматизированной системы поддержки принятия решений диспетчера опасного производства при возникновении аварийных ситуаций

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Описаны метод прогнозирования последствий и модель автоматизированной системы поддержки действий диспетчера при возникновении аварийных ситуаций.

Ключевые слова: прогноз последствий аварии, диспетчер производства, принятие решений, информационная технология.

При возникновении аварийных ситуаций на опасных объектах могут реализоваться угрозы: распространение облака отравляющих веществ, образование зоны загазованности топливовоздушной смесью рабочего пространства, возникновение огненных шаров, взрыв и т.п. Основными обязанностями диспетчера в таких случаях является оповещение определенных должностных лиц, служб, производственного персонала и координация действий в целях локализации масштабов аварии, минимизации потерь располагаемых ресурсов. Представленные угрозы реализуются обычно в течение малого времени с момента возникновения аварии. Диспетчер должен в сжатый срок и безошибочно организовать процесс работы предприятия в аварийной ситуации и осуществить уведомление должностных лиц, служб, производственного персонала о случившемся по телефонным линиям и локальной системе оповещения. При этом необходимо учитывать, что опасные процессы, характеризуемые зонами поражения, происходят в реальных масштабах пространства и времени, зависят от текущих погодных условий и масштабов аварии [1].

Доступные для анализа современные методы и технологии поддержки действий диспетчера в основном направлены на создание аппаратной поддержки ранней стадии обнаружения аварий [2] и систем оповещения [3]. Например, комплекс автоматизированных систем раннего выявления чрезвычайных ситуаций и оповещения, разрабатываемый предприятиями ООО ПНФ «Элон-ТТ» (г. Харьков), ООО НПП «Озон-С» (г. Днепропетровск) и ООО «Оптим-Комплекс» (г. Запорожье), предназначен для реализации следующих операций: раннего выявления угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций (контроль до критических параметров); выявления чрезвычайных ситуаций (контроль критических параметров); оповещения работающего персонала и других лиц, находящихся на территории ОАО «Запорожжкокс», об угрозе или возникновении чрезвычайных ситуаций, руководящего состава, ответственных должностных лиц территориальных органов МЧС и гражданской защиты населения, органов исполнительной власти. Данный комплекс удовлетворяет требованиям приказа МЧС Украины № 288 и может быть базовым для поддержки действий диспетчера предприятия, но этот комплекс не решает задачи прогнозирования последствий аварии с учетом текущих реальных условий. К локальным системам оповещения, управляемым диспетчером, относятся такие системы, как комплекс

централизованного оповещения «Певец» или комплекс централизованного оповещения «Заря» [3]. Данные системы выполняют только часть функций, возложенных на диспетчера и связанных с автоматическим оповещением. Основным недостатком этих систем является невозможность динамического формирования таблиц оповещения и полное отсутствие поддержки действий диспетчера в прогнозировании и координации служб при ликвидации последствий аварии. В России в последнее время создается общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН) – комплекс современных систем наблюдения, информирования и оповещения, разрабатываемый в рамках Федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года». До середины 2010 года построено и введено в эксплуатацию всего 520 терминальных комплексов ОКСИОН. Весь комплекс находится в управлении ГУ ИЦ "ОКСИОН" – (Государственное учреждение: «Информационный центр Общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания») [4]. Этот комплекс имеет структуру и функции общегосударственного уровня с применением в региональном масштабе. Несмотря на сложное и множественное функциональное и программно-аппаратное обеспечение, входные данные такой системы не могут быть совмещены с данными конкретного предприятия, позволяющими установить масштаб аварии и провести достоверный прогноз. В любом случае в таком комплексе нет поддержки действий диспетчера и формирования динамических таблиц оповещения. Таким образом, актуальной сохраняется задача разработки интеллектуальных средств прогнозирования последствий аварийных ситуаций на опасных производствах.

1. Постановка задачи и метод ее решения

Метод прогнозирования последствий и модель автоматизированной системы поддержки действий диспетчера опасного производства при возникновении аварийных ситуаций базируются на рассмотрении сложной физической системы (СФС), включающей в себя опасное производство, диспетчерскую службу, аппаратную систему контроля технического состояния производства как единую информационную структуру. Необходимо осуществить синтез рациональных решений, обеспечивающих управление имеющимися в распоряжении лиц, принимающих решения (ЛПР), ресурсами в целях, в случае возникновения аварии, локализации ее масштабов, минимизации потерь располагаемых ресурсов.

Математическая модель процесса принятия решений ЛПР при возникновении и развитии аварий на опасном производстве основана на последовательности преобразований хранящейся и поступающей информации. Эта модель представлена кортежем вида

$$D = \langle \vec{T}, \vec{P}, \vec{M}, \vec{E}, \vec{R} \rangle, \quad (1)$$

где \vec{T} - вектор параметров состояния средств технического обеспечения оповещения и определения погодных условий;

\vec{P} - вектор параметров, определяющих расположение источников опасности в метрическом пространстве;

\vec{M} - вектор параметров, характеризующих масштабы и величины параметров аварийного процесса;

\vec{E} - вектор текстовых семантических параметров, определяющих тип аварийного события;

$\vec{R} = [R_d, R_s]^T$ - вектор величин параметров, характеризующих действия диспетчера R_d в различных ситуациях и список оповещения R_s , формируемый динамически на основе данных прогноза.

Пусть рассматриваемая СФС состоит из i подсистем, тогда для любой i -й подсистемы процесс принятия решений ЛПР определяется кортежем D_i .

Предполагается, что известны:

– детерминированные модели физических процессов, которые могут возникать в i -й подсистеме при аварии:

$$f_{ij} : \vec{S}_{ij} \rightarrow \vec{\Phi}_{ij}, \quad (2)$$

где $1 \dots J$ - набор элементарных событий;

\vec{S}_{ij} - вектор переменных, определяющих начальное состояние i -й подсистемы;

$\vec{\Phi}_{ij}$ - вектор фазовых переменных элементарных физических процессов, которые могут возникнуть в i -й подсистеме при чрезвычайной ситуации (ЧС);

– состояние средств технического обеспечения оповещения и определения погодных условий, представленное вектором усредненных параметров \vec{T}_{ij} по времени усреднения Δt .

Для анализа и прогнозирования последствий техногенных аварий рассмотрена комплексная модель чрезвычайной ситуации, включающая в себя:

– имитационную модель (дискретно-событийную) развития аварии в форме «дерева процессов»

$$\mu_k : \{(S, \Phi, \vec{P}_k)_i, \vec{E}_k\} \rightarrow \vec{M}_{ki}, \quad (3)$$

где $S_i = \{\vec{S}_{ij}\}$; $\Phi_i = \{\vec{\Phi}_{ij}\}$; $\vec{M}_k = \sum_i \vec{M}_{ki}$;

– детерминированные модели

$$f_{ij} : \vec{S}_{ij} \rightarrow \vec{\Phi}_{ij}, j = 1 \dots J \quad (4)$$

Таким образом, необходимо в заданное время провести: ввод начальной информации; выполнить математическое моделирование неблагоприятных физических процессов; провести анализ полученных данных и выделить объекты, для которых прогнозируемые последствия превышают приемлемый уровень $\vec{M}_k > \vec{M}_{\text{прием}}$, где $\vec{M}_{\text{прием}}$ - вектор значений приемлемых последствий;

определить значения вектора параметров \vec{R} , характеризующих реакцию СФС на воздействия; выполнить операции информационного обеспечения средств автооповещения. Предполагается, что в процессе работы производства в аварийной ситуации с помощью программных средств ведется мониторинг состояния СФС в реальном времени.

На основе анализа данных мониторинга СФС и разработанных ранее планов ликвидации аварийных ситуаций на производстве определяются источники опасности, создается электронная объектная карта предприятия и прилегающей местности в масштабе, соответствующем максимальной угрозе.

2. Модель автоматизированной системы поддержки принятия решений диспетчера опасного производства при возникновении аварийных ситуаций

Для того, чтобы ускорить выполнение необходимых в случае возникновения аварии операций и минимизировать возможность ошибок, связанных с психологическими и субъективными особенностями ЛПР, а также получить в короткий срок объективный прогноз развития опасных событий, разработаны информационная технология и реализующий ее автоматизированный программно-аппаратный комплекс (АПАК) поддержки принятия решений диспетчера в аварийных ситуациях.

Программно-аппаратный комплекс состоит из следующих составляющих:

- программный модуль, содержащий средства моделирования неблагоприятных физических процессов и позволяющий проводить предварительный анализ и прогнозирование размеров областей и значений параметров поражающих факторов для указанных видов угроз;
- программный модуль, позволяющий формировать, дополнять и редактировать базу данных, содержащую информацию об источниках опасности, видах угроз, обслуживающем персонале, службах и объектах ответственности;
- аппаратная группа (рис. 1), включающая в себя: комплекс датчиков, локальную сеть компьютеров, программное обеспечение для сбора, обработки и отображения информации, автоматическую цифровую метеостанцию, локальную систему оповещения и АТС, управляемые цифровыми коммутируемыми средствами.

На основании проведенного анализа средствами программного обеспечения формируется база данных (БД) (рис. 2). В таблицах БД указываются места расположения источников опасности. Далее осуществляется привязка аварийного участка к объектным картам, выполненным в реальном масштабе; задаются растровые и векторные карты для отображения; определяются виды угроз, реализация которых возможна при данном источнике опасности; вводятся данные, необходимые для выполнения математического моделирования и определения параметров для прогноза последствий аварии. В итоге формируются таблицы по обязательному оповещению и действиям диспетчера в сложившейся аварийной ситуации.

Далее АПАК запрашивает текущие данные о ландшафтных погодных условиях, сформированные в течение заданного времени усреднения автоматической метеостанцией. Используя встроенные модели, АПАК выполняет расчет, генерирует и отображает графические и табличные результаты прогноза (рис. 3), генерирует списки обязательного и дополнительного (по объектам ответственности, попадающим в зону действия поражающих факторов) оповещения и подсказку действий диспетчера в данной ситуации.

Если в течение заданного времени АПАК не получит команду «отбой» оповещения по сгенерированным спискам, он автоматически выполняет автодозвон по выделенным параллельным линиям АТС и каналам локальной системы оповещения.



Рис. 1. Структурная схема автоматизированного программно-аппаратного комплекса поддержки принятия решений диспетчерской службы при возникновении и развитии аварий

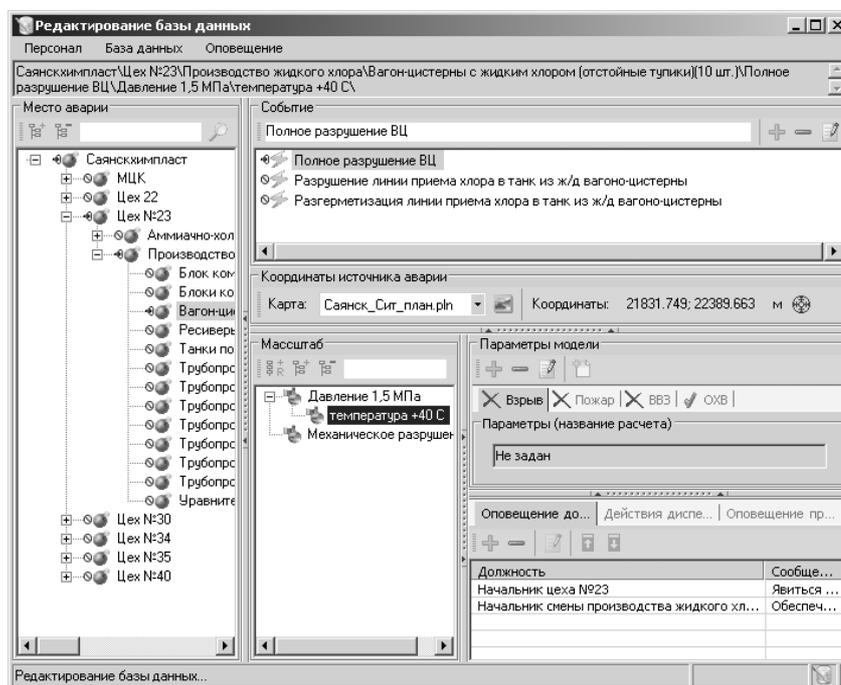


Рис. 2. База данных опасных объектов

Графические данные прогноза отображают зоны воздействия опасных факторов во времени и пространстве для различных видов угроз, а также пути эвакуации. Табличные данные содержат сведения о значениях параметров

аварии; объектах, находящихся в зоне опасности, расстояниях до источника опасности, времени начала воздействия на объекты, количестве людей на объектах и в зоне поражения и другие тактические данные.

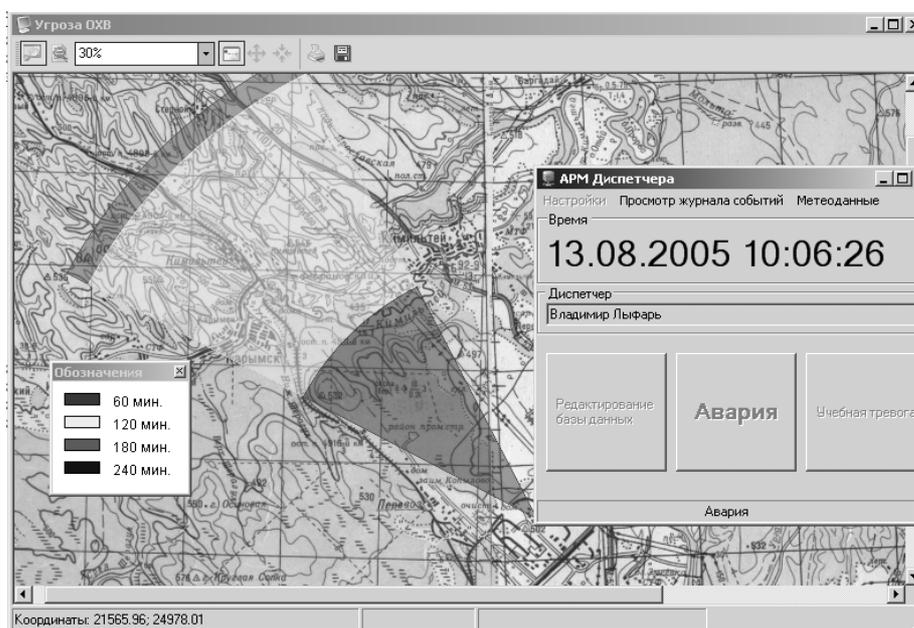


Рис. 3. Графическое отображение результатов прогноза

Время от момента активизации процедуры «Авария» до получения прогноза и начала автоматического оповещения не превышает одной минуты. В течение всего времени, начиная с момента активизации процедуры «Авария» до момента окончания всех действий диспетчера, АПАК ведет логический журнал, фиксируя все события в реальном времени. На основании этого журнала проводятся исследования правильности действий диспетчера и оповещения в процессе аварии.

Важной частью АПАК поддержки принятия решений диспетчерской службы при возникновении и развитии аварий является достоверность и информационная полнота прогноза. Прогноз основан на использовании данных о реальном состоянии окружающей среды в момент возникновения аварии и имеющихся в распоряжении математических моделей неблагоприятных физических процессов. Программный модуль, осуществляющий прогноз, позволяет получить сведения об опасных зонах, времени и степени угрозы для каждого объекта в прилегающем пространстве; количестве и местах нахождения людей, попадающих в зону поражения, заранее подготовленные данные о возможных путях эвакуации.

Прогноз проводят на основании непрерывно получаемых и обрабатываемых данных цифровой метеостанции. Данные обрабатывают таким образом, чтобы используемые усредненные значения параметров ветра давали максимально достоверный прогноз времени ликвидации последствий аварии и эвакуации людей из опасных зон. При прогнозе учитывают возможность отклонения ветра от среднего направления [5].

Генерацию таблиц оповещения проводят на основании сведений, внесенных в БД диспетчера, и логического вывода системы о степени «захвата» объектов ответственности зоной поражения. В случае бездействия диспетчера в

течение настраиваемого времени или подтверждения диспетчером предложения системы о начале оповещения осуществляют параллельное адресное оповещение с контролем выполнения. Диспетчер получает подсказку действий на мониторе собственного компьютера и наблюдает процесс автооповещения по мере выполнения заданий таблиц оповещения. Решая задачи, поставленные перед ним в процессе локализации масштабов и ликвидации аварии, диспетчер отмечает на своем компьютере выполненные задачи. Система фиксирует эти действия в реальном времени и ведет полный отчет о событиях.

Данные прогноза дублируются на компьютере штаба ГО и ЧС предприятия. В случае уточнения прогнозируемых последствий диспетчер может повторить прогноз с учетом вновь определенных обстоятельств и измененных величин параметров. В этом случае система вновь генерирует таблицы оповещения, обновляет графические и табличные данные прогноза.

Диспетчер в процессе работы может в интерактивном режиме редактировать данные в БД, активизировать процедуры «Учебная тревога» или «Авария». В момент приема дежурства диспетчер запускает АПАК под управлением своего профиля и вводит пароль. АПАК идентифицирует ответственного и ведет журнал изменений в процессе дежурства по системному времени.

Процедура «Учебная тревога» отличается от процедуры «Авария» тем, что диспетчер по своему усмотрению может отключить оповещение или провести его с обязательной генерацией сообщения о том, что тревога учебная и проводится проверка модулей и аппаратной группы АПАК.

В процессе работы АПАК реализуется как интерактивный режим работы пользователя, так и режим автоматической проверки целостности данных и работоспособности средств комплекса. В случае сбоя или возникновения ошибок АПАК формирует текстовый отчет о проверке, в котором указываются места локализации ошибок. АПАК содержит систему настроек и файлов обмена данными открытого формата, позволяющих адаптировать данную разработку к условиям различных диспетчерских пунктов, самостоятельно изменять настройки и данные в случае изменения технологии производства или системы оповещения, что обеспечивает гибкость принятия решений и расширяет возможности применения данной разработки.

Выводы

Рассмотрены метод прогнозирования последствий и модель автоматизированной системы поддержки действий диспетчера при возникновении аварийных ситуаций. Разработан реализующий представленную технологию автоматизированный программно-аппаратный комплекс.

Внедрение автоматизированного программно-аппаратного комплекса даст возможность работникам диспетчерских пунктов и службам ГО и ЧС в интерактивном режиме осуществлять текущий контроль технического состояния опасных производств, а также автоматизировать процесс принятия решений в случае возникновения аварий в целях локализации их масштабов, минимизации потерь располагаемых ресурсов.

Список литературы

1. Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах: Сб. документов [Текст] / Колл. авт. – Сер. 27.- Вып. 2. – М.: НТЦ "Промышленная безопасность", 2001. – 208 с.
2. Комплекс автоматизированных систем раннего выявления чрезвычайных ситуаций и оповещения ОАО "Запорожжкокс" [Текст] /Е.А. Соловьев, Эйдельштейн Л.Я., Севастьянов А.Н., Кацило С.С., Чернышов Ю.А.// Матеріали 11-ї Всеукраїнської наук.-практ. конф. «Організація управління в надзвичайних ситуаціях». К.: ІДУЦЗУ УЦЗУ, 2009. – 425 с.
3. Кузьмин С.П. Автоматизированная система централизованного оповещения категоризованного города с численностью населения от 250 до 300 тысяч человек [Текст] / С.П. Кузьмин// Вестник Самарского отраслевого научно-исследовательского института радио, 2009. – С. 65-67.
4. Актуальные проблемы гражданской защиты. Материалы одиннадцатой Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. 18-20 апреля 2009 г. / МЧС России. – Н. Новгород: Вектор-Тис, 2009. – 386 с.
5. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы, М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 272 с.

Рецензент: д.т.н., профессор Кобрин В.Н., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», г. Харьков

Поступила в редакцию 13.09.11

Метод прогнозування наслідків і модель автоматизованої системи підтримки прийняття рішень диспетчера небезпечного виробництва при виникненні аварійних ситуацій

Описано метод прогнозування наслідків і модель автоматизованої системи підтримки дій диспетчера при виникненні аварійних ситуацій.

Ключові слова: прогноз наслідків аварії, диспетчер підприємства, прийняття рішень, інформаційна технологія.

Method of consequences prediction and model of the automated decision making support system of dangerous production controller in case of beginning of emergency situations

The method of consequences prediction and model of the automated decision making support system of controller actions in case of beginning of emergency situations are described.

Keywords: consequences prediction of failure, controller of enterprise, decision making, information technology.