

**Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Горюноква, Ю.Н. Пушилина, Н.А. Телегина**  
(Тульский государственный университет;  
e-mail: panarin-tsu@yandex.ru)

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ**

*Авторами разработана автоматизированная система поддержки принятия управленческих решений, позволяющая моделировать и прогнозировать процесс развития чрезвычайной ситуации, связанной с выбросом аварийно химически опасных веществ, отображать область поражения на электронной карте местности, имеющиеся ресурсы, расстановку сил и средств для ликвидации чрезвычайной ситуации.*

*Ключевые слова: геоинформационная система, чрезвычайная ситуация, принятие решений, электронная карта, аварийно химически опасные вещества*

**E.M. Sokolov, V.M. Panarin, A.A. Gorjunkova, J.N. Pushilina, N.A. Telegina**  
**AUTOMATIC SYSTEM OF SUPPORTS DECISION MAKING  
ON LIQUIDATIONS EMERGENCY SITUATION  
ON CHEMICALLY DANGEROUS OBJECTS**

*The authors developed an automated system to support management decisions, simulate and predict the development of an emergency related to the release of emergency chemically hazardous substances, to display the affected area on the digital map, available resources, the balance of forces and resources for emergency response.*

*Key words: geographic information system, emergency decision making, electronic map, emergency chemically hazardous substances.*

Статья поступила в редакцию 25 ноября 2010 г.

Ряд ЧС, происшедших за последние годы на химических предприятиях в разных странах, резко обострил проблему безопасности химического производства и привел к принятию более жёстких мер по контролю производства, хранения и транспортировки токсичных химических веществ. Наряду с этим на многих химических предприятиях контроль соблюдения правил безопасности является недостаточным, отсутствуют планы действий в ЧС, нет подготовленных для такого случая формирований и т.д.

Большинство ЧС на химических производствах, в том числе и с выбросом аварийно химически опасных веществ (АХОВ), происходит из-за нарушений правил техники безопасности, общей слабой готовности к ним. Как правило, отсутствует взаимодействие руководства предприятия с населением, которое даже не ставится в известность об опасности, грозящей со стороны этого предприятия. Поэтому должны быть предусмотрены совместные действия руководителей предприятий с региональным и городским руководством, пожарными, медицинскими службами, органами гражданской обороны, а также добровольными спасательными командами.

Широкое распространение и высокий уровень развития вычислительной техники и информационных технологий в современном обществе позволяют автоматизировать выполнение ряда задач в различных сферах деятельности человека. Применение информационных технологий позволяет сократить время и трудоемкость выполнения конкретной задачи за счет автоматизации вычислительных процессов, часто повторяющихся операций и другой работы.

Важнейшей характеристикой информационного обеспечения должна быть своевременность и соответствие представляемых данных фактическим параметрам состояния окружающей среды. В состав информационного обеспечения должны входить фактические данные о потенциально опасных объектах, данные о ресурсах и другая информация.

В настоящее время существует множество программных продуктов, созданных специально для картографического обеспечения экологических исследований. Привлечение компьютерных средств, обладающих мощным графическим иллюстративным инструментарием, в технологию изготовления и, особенно, анализа карт необходимо и позволяет поднять картографическое изображение на более высокий технический и художественный уровень оформления, существенно улучшить наглядность и читаемость.

Решение этих задач требует обеспечения органов управления оперативной и надежной информацией. Внедрение в практику современной системы, реализованной с помощью компьютерных средств, которая содержит всевозможные базы данных и учитывает различные условия и показатели химической ЧС, позволит повысить эффективность принятия управленческих решений по прогнозированию и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Поэтому задача разработки автоматизированной системы моделирования чрезвычайной ситуации, связанной с выбросом аварийно химически опасных веществ, прогнозировать и моделировать процесс развития ЧС с выбросом АХОВ, принимать эффективные решения по ликвидации их последствий является актуальной.

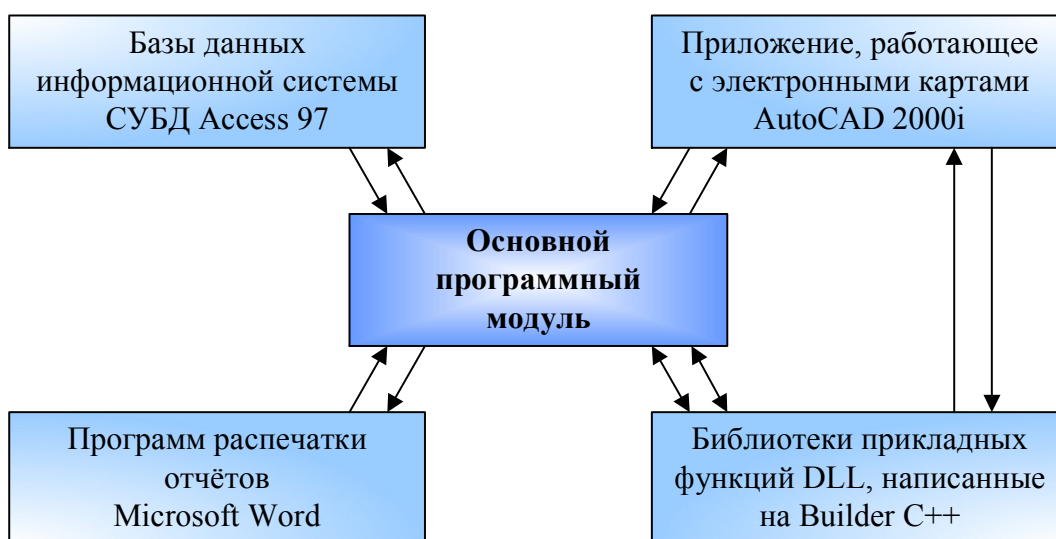
Принципиальными особенностями условий функционирования органов регионального планирования и управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций с выбросом АХОВ на промышленных объектах являются:

- частичная предсказуемость серьезных проблем и возможностей их решения;
- частичная предсказуемость мест возникновения и сценариев развития химической ЧС;
- слабая предсказуемость масштаба и времени возникновения химической ЧС;
- непредсказуемость ряда неблагоприятных событий и ситуаций, обусловленных возникновением и развитием химической чрезвычайной ситуации, то есть наличие стратегических неожиданностей.

Этими условиями диктуется необходимость преимущественного использования в системе управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций

на химически опасных объектах (ХОО) методов планирования и управления, основанных на предвидении проблем, ситуаций и событий, принятии гибких экстренных решений, ориентированных на внешнее окружение системы (природная среда, условия жизнеобеспечения населения и персонала предприятий и организаций, материальные и культурные ценности региона, социально-политическая обстановка и т.д.). Такие методы могут быть эффективно реализованы в автоматизированной системе поддержки принятия решений по ликвидации чрезвычайной ситуации, связанной с выбросом аварийно химически опасных веществ.

Информационная структура такой автоматизированной системы, разработанной авторами, представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Информационная структура автоматизированной системы поддержки принятия управленческих решений по ликвидации ЧС на химически опасном объекте

В качестве методической основы для разработки автоматизированной системы использована методика, действующая в системе МЧС [2].

Автоматизированная система:

- разработана в среде AutoCAD Map 2000i и предназначена для построения на электронной карте местности возможных зон поражения при разливе (выбросе) АХОВ;
- разработана для электронной карты Тульской обл., может быть использована на других картах при необходимой их доработке (существует методика доработки карты);
- предполагает создание сценариев ЧС, учитывая исходные данные, приведенные в методике, сохранение сценариев в виде отдельных файлов для последующей их загрузки;
- позволяет анализировать процесс протекания ЧС с учетом времени, быстро оценивать обстановку, используя начальные данные, поступившие о ЧС, создавать нормативные документы указания по её ликвидации на определенных объектах;

- применяется при анализе ЧС и принятии решений по их ликвидации, а также для обучения персонала МЧС посредством проведения компьютерных игр на электронных картах.

В этой автоматизированной системе могут быть разработаны сценарии возникновения и развития ЧС с выбросом АХОВ, которые целесообразно создавать для всех потенциально опасных химических объектов и предприятий выделенного промышленного района на базе предварительного составления их паспортов риска, содержащих данные о местоположении, ведомственной подчиненности, производственном потенциале, типах возможных ЧС и их масштабах, внутренних (технологических) и внешних причинах их возникновения, мероприятиях и средствах предупреждения, имеющихся возможностях, силах и средствах ликвидации и проведения спасательных и других неотложных работ, связанных с ЧС с выбросом АХОВ.

Сценарий возникновения и развития химической ЧС формулируется в терминах множеств альтернативных неблагоприятных возможных событий (угроз) и связей между ними, возникающих, реализующихся и отображающихся на временной шкале выбранного масштаба (часы, сутки). Он содержит все элементы множества альтернативных путей развития отдельной ЧС или их комбинации на конкретных потенциально опасных химических объектах. Каждый альтернативный путь развития химической ЧС характеризуется объемами ожидаемых ущербов и потерь, которые рассчитывают по имеющимся методикам головных отраслевых институтов.

Основной целью этой автоматизированной системы является повышение эффективности работы органов управления, прогнозирования действий имеющихся сил и средств как при возникновении ЧС с выбросом АХОВ, так и в повседневной деятельности, повышение достоверности, полноты и оперативности обработки информации, относящейся к компетенции органов управления.

Функциональная структура автоматизированной системы включает отдельные программные модули.

Программный модуль "Оператор" предназначен для загрузки среды моделирования и регистрации оператора в системе моделирования. Модуль реализован в среде Visual Basic 6.0 и поставляется в виде исполняемого файла.

Программный модуль "Разлив", реализованный в среде Microsoft Visual Basic for Application, предназначен для [3, 4]:

- визуального построения сектора возможного заражения;
- просмотра динамики развития ЧС;
- формирования отчета в виде файла текстового процессора Word;
- сохранения результатов построения в виде файла сценария;
- загрузки ранее построенных сценариев;
- реализации общих серверных функций просмотра результатов построения.

Процесс моделирования требует внесения начальных данных. Для внесения данных разработан специальный "Мастер ввода данных" (рис. 2).

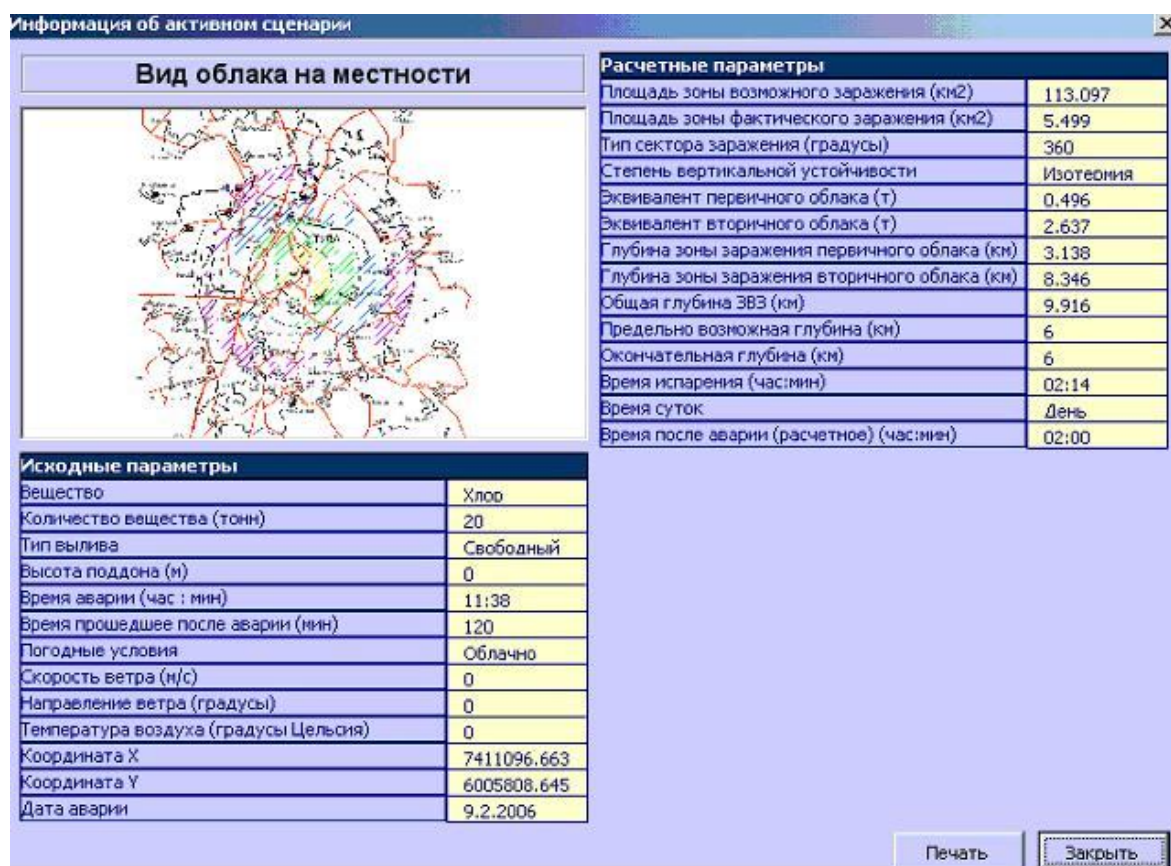
№	Параметр	Код	Значение
1	Координаты аварии	X	7342296,17
		Y	5956117,05
2	Вещество	k1	Amniak
3	Количество вещества	k2	15 ТОНН
4	Тип вылива	k3	Свободный
6	Время аварии	k5	00 ч. 00 мин.
7	Время после аварии	k6	120 мин
8	Дата аварии	k7	14.11.2004
9	Прогноз погоды	k8	Ясно
10	Скорость ветра, м/с	k9	0
11	Направление ветра	k10	
12	Температура воздуха, С	k11	0

Рис. 2. Диалоговое окно ввода исходных данных

"Мастер ввода данных" обеспечивает последовательное введение данных, требуемых для расчёта последствий ЧС, связанной с АХОВ. Вводятся метеорологические условия и другие исходные данные (количество выброшенного отравляющего вещества, выброс в поддон или без поддона, в помещении или вне помещения и т.д.). Данные вводятся вручную. Предусмотрено введение любого требуемого направления и скорости ветра. Градация времени суток проводится (исходя из указанной методики) на утро, день, вечер, ночь, с учётом интенсивности светового облучения днём (ясно, переменная или сплошная облачность).

Деятельность руководящих органов в условиях химической ЧС во многом связана с разработкой, передачей, использованием и архивацией документов различного типа. Они применяются в процессе подготовки данных и оформления решений руководства системы управления, при планировании действий по ликвидации ЧС с выбросом АХОВ и доведении заданий до сотрудников оперативных бригад. С помощью документов передается необходимая информация в вышестоящие, нижестоящие и взаимодействующие

штабы, выполняется первичный учёт деятельности отдельных сотрудников, обобщается и распространяется опыт действий по ликвидации химической ЧС. Поэтому после построения зоны заражения и просмотра динамики развития ЧС существует возможность составить отчет о произошедшей ЧС (рис. 3).

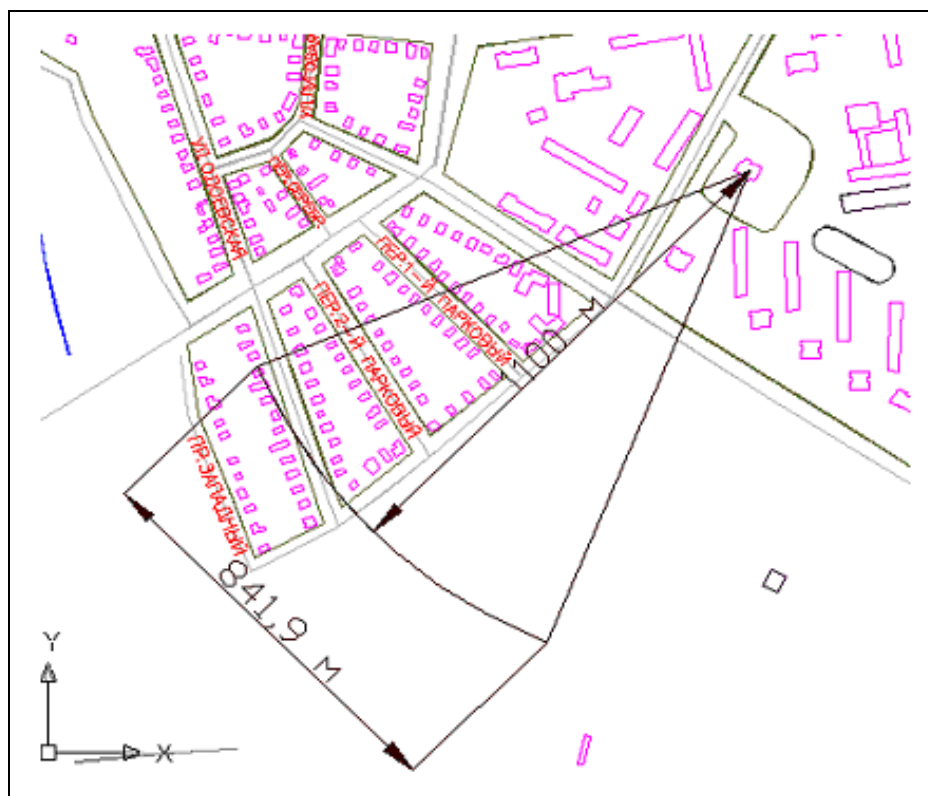


**Рис. 3.** Форма информации о текущем сценарии

Табличная форма используется специалистами и экспертами по противодействию ЧС для анализа возможных вариантов развития химической ЧС и разработки эффективных мер противодействия. Эта форма применяется более широко в интерактивном режиме работы ЭВМ для подробного анализа развития ЧС, оценок различных вариантов ее развития, формирования и оперативных мер противодействия. На экране отображается фрагмент сценария в некоторый момент времени. Имеется возможность просмотреть все вводимые исходные данные (тип и количество разлившегося вещества, время ЧС, тип разлива, метеорологические условия и т.д.), а также расчетные характеристики ЧС: площадь зоны возможного заражения, тип сектора заражения, степень вертикальной устойчивости, эквивалент и глубины зон заражения первичным и вторичным облаками, общая глубина зоны возможного заражения, предельно-возможная глубина, окончательная глубина, время испарения, время суток, время, прошедшее после ЧС.

О текущем сценарии отображаются начальные данные, расчетные данные и дается возможность создать отчет в файле Microsoft Word. Для создания отчета в редакторе Word необходимо нажать кнопку "Печать".

На рис. 4 отображается сектор возможного заражения территории с указанными размерами.



**Рис. 4.** Отображение сектора возможного заражения территории

Можно отметить близость графического интерфейса стандартам, применяемым в широко распространенных приложениях Windows. Программа имеет диалоговые окна, которые являются удобным средством ввода параметров команд, так как позволяет видеть их все одновременно. Основными элементами таких окон являются кнопки, флажки, текстовые поля и списки.

После загрузки системы пользователь должен решить, как он будет вводить данные: используя основное меню или функциональные кнопки сверху окна. Чтобы перейти к решению требуемой задачи, необходимо загрузить меню, состоящее из необходимых функциональных клавиш, которые будут непосредственно использоваться для решения задачи.

При использовании меню или функциональных клавиш необходимо соблюдать следующую последовательность:

- ввести исходные данные;
- ввести координаты центра ЧС (с клавиатуры или курсором);
- создать процесс;
- просмотреть динамику развития процесса;
- просмотреть размеры зоны заражения;
- вывести отчет о ЧС;
- закрыть процесс.

Разработанная автоматизированная система находит применение при анализе и принятии решений по ликвидации ЧС на химически опасных объектах. При возникновении ЧС с выбросом АХОВ о сложившейся ситуации сообщается диспетчеру, который затем связывается с управлением МЧС. Оператор управления МЧС вносит исходные данные (метеорологические условия, количество вылившегося отравляющего вещества, информацию об опасном объекте, на котором произошла авария и т.п.), а затем строит сценарий развития ЧС, рассматривает объекты, которые попали в зону заражения, оценивает необходимые материальные и временные ресурсы, а затем принимает управляющие решения и подключает к ликвидации ЧС пожарные службы, медицинскую помощь и т.д.

Автоматизированная система используется в практической деятельности экологических служб, в управлениях МЧС, а также в качестве обучающей системы при проведении учений по отработке взаимодействия всех подразделений при ликвидации ЧС на химически опасных объектах.

Применение автоматизированной системы позволяет многократно сократить время расчета зоны возможного заражения, что приводит в среднем к сокращению времени оценки ситуации и ликвидации ЧС на 15-20 %.

#### **Литература**

1. *Панарин В.М., Зуйкова А.А., Дабдина О.А.* Основные тенденции динамики чрезвычайных ситуаций техногенного характера // Доклады на Всерос. студ. науч.-техн. конф. "Экологические проблемы окружающей среды, пути и методы их решения". – Тула: Изд-во "Инновационные технологии", 2009. С. 88-89.

2. *Методика* прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. Руководящий документ РД 52.04.253-90. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 23 с.

3. *Соколов Э.М., Панарин В.М., Зуйкова А.А.* Повышение эффективности принятия управленческих решений при чрезвычайных ситуациях с выбросом аварийно химически опасных веществ. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. 161 с.

4. *Обеспечение* безопасности населения в чрезвычайных ситуациях с помощью геоинформационных технологий / Зуйкова А.А. и др. // Междунар. науч.-практич. семинар "Экологически устойчивое развитие. Рациональное использование природных ресурсов". Тула: Изд-во "Инновационные технологии", 2010. С. 141-143.