

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Шаптала В. Г., д-р техн. наук, проф.,  
Радоуцкий В. Ю., канд. тех. наук, доц.,  
Шаптала В. В., канд. тех. наук, доц.

Белгородский государственный университет им. В.Г. Шухова

## СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ОРГАНАМИ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗа

zchs@intbel.ru

Представлены результаты теоретических исследований по разработке системы информационной поддержки принятия управленческих решений при ликвидации возможных последствий чрезвычайных ситуаций осуществляемые органами управления ВУЗа на основе функциональных моделей.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, управление, динамическая модель, ликвидация чрезвычайных ситуаций, система управления, сценарий, формирование.

Разработка системы информационной поддержки принятия решений при ликвидации ЧС основана на следующих подходах и методологиях:

- методология функционального моделирования, позволяющая описать процесс принятия управленческих решений в виде иерархической системы взаимосвязанных функций;

- методология информационного моделирования, основанная на концепции «сущность – связь»;

- функционально-стоимостный анализ, основанный на определении стоимости (затрат на осуществление) мероприятий, используемых в моделируемых процессах;

- методология создания динамической модели процесса (методология сетей Петри), позволяющая исследовать динамику ЧС и распределения ресурсов для её ликвидации;

- метод построения многоуровневых функциональных моделей, позволяющий моделировать взаимосвязи между отдельными блоками модели.

Применение различных методов моделирования позволяет описать возникновение и развитие ЧС с различных точек зрения и получить полную её картину.

Для решения задач автоматизированной поддержки принятия решений по управлению в условиях ЧС рассмотрим функциональную модель, предусматривающую декомпозицию функций (действий) до элементарных операций.

Функциональная модель описывается формулой:

$$\Phi M \in [\Phi, \Phi C], \quad (1)$$

где  $\Phi$  – функции, описывающие процессы управления в условиях ЧС;  $\Phi C$  – функциональные связи.

Системы управления в системе ЧС имеет многоуровневый характер, причем каждый уровень функционирует по своим руководящим и нормативным документам. В соответствии с этим её функциональная модель представляет собой совокупность функциональных подмоделей для каждого уровня управления отдельно:

$$F = (F_1, F_2, \dots, F_n), \quad (2)$$

где  $n$  – количество уровней управления.

Например, для системы управления в ЧС (СУЧС) региона  $n = 3$ . Первый уровень соответствует уровню комиссии по чрезвычайным ситуациям ВУЗа, другого учреждения или объекта экономики, второй уровень – уровень района (города), третий – уровень субъекта РФ. Поведение КЧС каждого уровня, алгоритмы принятия решений определяются соответствующими инструкциями.

В связи с этим функциональная модель управления при возникновении ЧС (например, пожара) в ВУЗе включает в себя три модели:

- модель действий самого ВУЗа,
- модель действий районной (городской) КЧС,
- модель действий Главного управления МЧС по региону.

КЧС различных уровней активно взаимодействуют, что сопровождается взаимным дублированием функций. Для устранения этого недостатка многоуровневую функциональную модель необходимо строить в следующем порядке:

1. Создание функциональных моделей отдельных уровней управления;
2. Согласование семантики (гlossария) для достижения однозначности использования од-

них и тех же понятий на различных уровнях управления;

3. Анализ координационных и информационных связей между уровнями и их унификация;

4. Построение многоуровневой модели.

Принятие решений при ликвидации ЧС характеризуется тем, что лицо, принимающее решения (ЛПР), вынуждено анализировать большой объем разноплановой информации. Структура исходных данных и действия подразделений СУЧС описываются с помощью информационной модели.

Информационная модель типа «сущность – связь» выражается формулой:

$$ИМ \in [СУЩ, СВ, АТ], \quad (3)$$

где СУЩ = {СУЩ<sub>1</sub>, СУЩ<sub>2</sub>, ...} – сущности; СВ – связи; АТ – атрибуты.

Информационная модель включает в себя перечень объектов предметной области составляющих множество сущностей модели, атрибуты сущностей и формализованные связи между сущностями. Для информационного моделирования техногенных ЧС в ВУЗах используются следующие типы данных:

1. Слабоструктурированные и трудно формализуемые знания о ликвидации ЧС, представленные:

– типовыми сценариями развития и ликвидации ЧС;

– знаниями о техногенных источниках опасностей;

– ликвидационными планами;

– опытом экспертов по ликвидации ЧС.

2. Формализованные данные:

– статистика случившихся ранее ЧС;

– параметры источников опасности;

– силы, средства и ресурсы ликвидации ЧС;

– характеристики защищаемых объектов;

– параметры систем жизнеобеспечения;

– характеристики имеющихся средств защиты;

– формы и структура документов о ЧС.

Схема информационной модели представлена на рисунке 1. Каждая из показанных на рисунке сущностей является сложным понятием, содержащим несколько сущностей, а технологически представляет собой отдельную базу данных, ведение которых реализуется из нескольких автоматизированных рабочих мест [1].

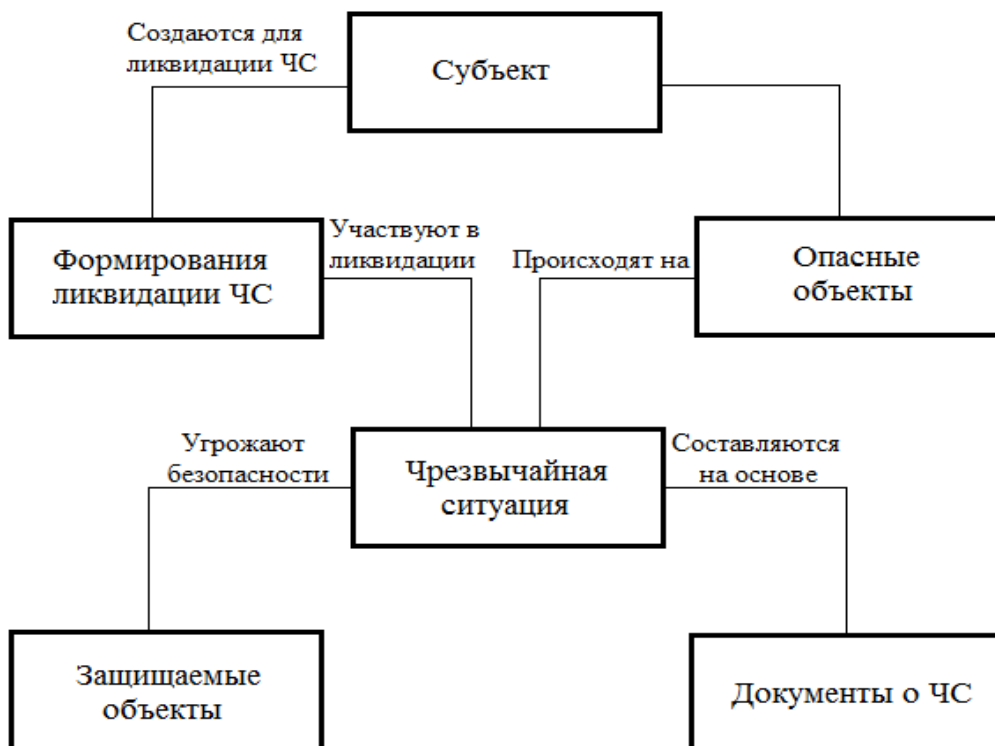


Рис. 1. Схема концептуальной информационной модели ликвидации техногенной ЧС в ВУЗе

Важной особенностью информационной модели ЧС является присутствие в структуре модели знаний о ликвидации ЧС. Эти знания содержатся в инструктивно-методических доку-

ментах, ими владеют также привлекаемые для создания модели эксперты.

Для описания такого сложного и развивающегося во времени явления, как ЧС, одних лишь функциональных и информационных мо-

делей недостаточно. Необходима динамическая модель, отражающая временные характеристики и взаимосвязь протекающих при ЧС процессов. Процессы развития и ликвидации ЧС взаимосвязаны, что выражается:

- во влиянии процесса ликвидации ЧС, на динамику ее развития;

- в корректировке плана действий по ликвидации ЧС особенностей ее развития.

Динамическая модель ликвидации ЧС помимо описания временных изменений характеристик ЧС, позволяет:

- получить прогноз развития ЧС во времени по заданным начальным условиям;

- моделировать взаимодействие процессов ликвидации и развития ЧС;

- прогнозировать характер и величину потерь и ущерба от ЧС с учетом принимаемых защитных мер.

Эти возможности динамической модели можно формализовать следующим образом: динамическая модель реализует во времени отображение  $F$  внешних условий  $W$  и действий ликвидационных сил  $D$  на характеристики ЧС  $X$ , в состав которых входят и потери от ЧС:

$$X(t) = F(W(t), D(t)), \quad (4)$$

$$t \in (0; T). \quad (5)$$

Для динамического моделирования процесса ликвидации ЧС целесообразно использовать методологию сетей Петри. В основе моделирования ЧС на сетях Петри лежит декомпозиция процесса развития ситуации на множество отдельных взаимодействующих элементарных процессов, описывающих изменение параметров ЧС во времени. Время представляется набором последовательных дискретных событий. Процессы взаимодействуют в определенных точках, называемых состояниями. Состояния фиксируют значения параметров текущей ситуации. Тем самым пространство взаимосвязанных характеристик развития ЧС представляется в виде сети из промежуточных состояний и процессов [2].

$$DM \in [C, E], \quad (6)$$

где  $C = \{C_1(x_1, \dots, x_m), C_g(x_1, \dots, x_m)\}$  – множество из  $g$  состояний, каждое из которых описывается параметрами  $x_1, \dots, x_m$ ;  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_h\}$  – множество из  $h$  процессов, преобразующих параметры  $X$  состояний  $C$ . Модифицированную сеть Петри, моделирующую развитие и ликвидацию ЧС в ВУЗе, можно представить набором  $N$ :

$$N = (C, E, X, F, H, \mu_0), \quad (7)$$

где  $C$  – множество позиций, соответствующих состояниям;  $E$  – переходов (процессов);  $X$  –

множество параметров (маркеров);  $F : C \times E \rightarrow N$ ,  $H : E \times C \rightarrow N$  – функции инцидентности множеств позиций и переходов;  $\mu_0$  – начальная разметка сети, т.е. совокупность маркеров с заданными параметрами в определенных позициях-состояниях.

Множество процессов  $E$  состоит из трех подмножеств:

$$E = \{E_d, E_q, E_n\}, \quad (8)$$

где  $E_q$  – физико-химические основы развития ЧС;  $E_d$  – действие ликвидационных формирований;  $E_n$  – условные процессы взаимодействия процессов  $E_q$  и  $E_d$  при смене состояний.

Множество состояний  $C$  представлено подмножеством состояний развития аварии  $C_a$  и подмножеством  $C_d$ , моделирующим действия по ликвидации ЧС:

$$C \in [C_a, C_d]. \quad (9)$$

В множество параметров  $X$  входят подмножества:

$$X = \{x_i, X_w, X_p, X_s, X_d\}, \quad (10)$$

где  $x_i$  – параметр, характеризующий сдвиг во времени для текущего состояния  $c_i$ ;  $X_w$  – внешние условия;  $X_p$  – потери;  $X_s$  – промежуточные характеристики;  $X_d$  – параметры, характеризующие выполнение ликвидационных мероприятий.

Рассмотрим динамическую модель ликвидации ЧС в ВУЗе – аварию в химической лаборатории с выбросом токсического газа. Динамическая модель ликвидации ЧС строится в три этапа.

1. Построение динамической модели развития ЧС без учета действий по ликвидации аварии (рис. 2).

2. Построение динамической модели принятия решений в условиях ЧС.

Динамическая модель принятия решений строится на основе динамической модели развития ЧС путем добавления состояний, соответствующих предупредительным мероприятиям по ликвидации опасных состояний. Динамическая модель принятия решений позволяет прогнозировать и фиксировать параметры развития ЧС, показатели необходимых мероприятий, объемы требуемых ресурсов. На основе этих показателей формируется план ликвидации ЧС.

3. Построение динамической модели ликвидации ЧС.

Эта модель создается на базе двух предыдущих моделей посредством добавления состояний, соответствующих ликвидационным мероприятиям. В рамках динамической модели ликвидации ЧС задача синтеза алгоритма ликвида-

ции ЧС формулируется как поиск набора управляющих воздействий минимизирующих величину потерь. Определение наиболее эффективного перечня мероприятий предлагается осуществлять методом перебора возможных комбинаций

мероприятий из множества, выделенного на стадии динамического моделирования принятия решений.

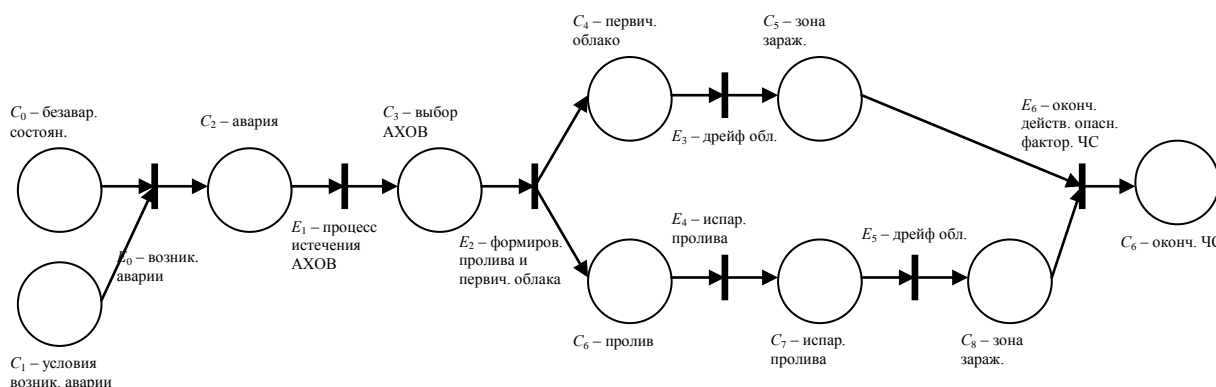


Рис. 2. Схема динамической модели развития ЧС в ВУЗе

В условия возникновения и динамического развития ЧС в ВУЗах критическим фактором для принятия решений о ликвидации ЧС является информация, ее полнота, непротиворечивость и надежность. Отсюда следует актуальность информационной поддержки оперативного управления в ЧС на самых ранних этапах – на стадии распознавания ЧС на основе недостаточной и часто противоречивой информации. Одним из способов осуществления информационной поддержки распознавания ЧС – разработка и реализация системы, содержащей список всех ожидаемых аварий и средств поиска наиболее близкой ситуации. В настоящее время одним из наиболее широко используемых методов оперативного управления в ЧС является сценарный подход [3, 4]. В связи с этим для большинства классов возможных ЧС построены сценарии их развития. Набор описаний сценариев может быть взят за основу базы знаний о возможностях ЧС, которая используется для решения задачи распознавания.

Актуальной задачей системы информационной поддержки управляющих решений в условиях ЧС является разработка метода генерации плана ликвидации ЧС на основе имеющихся ресурсов и правил их использования. Поскольку процесс принятия решений по ликвидации ЧС является слабоформализуемым, то метод составления плана ликвидации ЧС включает в себя осуществление следующих действий:

– уточнение характеристик ЧС с помощью алгоритма распознавания и получения на основе динамических моделей уточненных прогнозных оценок развития опасных факторов ЧС и перечня необходимых ликвидационных мероприятий;

– выполнение уточненного расчета параметров использования имеющихся сил, средств и ресурсов на основе прогноза развития ЧС;

– поиск оптимального распределения ресурсов в рамках выбранного плана действий.

Реализация данного метода осуществляется в два этапа:

1) формирование необходимого базового плана ликвидации ЧС с неуказанными параметрами выполнения и не назначенными исполнителями;

2) формирование эффективного детального плана с рассчитанными параметрами и назначенными исполнителями.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г. Система информационного обеспечения прогнозирования чрезвычайных ситуаций в образовательных учреждениях высшего профессионального образования // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 2. – С. 130-132.

2. Акимов В. А., Новиков В. Д., Радаев Н. Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. – М.: ФИД «Деловой экспресс», 2001. – 343 с.

3. Акимов В. А., Лесных В. В., Соколов Ю. И. Риски катастрофических наводнений на территории России в начале XXI века: анализ и управление // Оценка и управление природными рисками. Матер. Всероссийской конференции «Риск – 2003». М.: Изд-во РУДН, 2003. Т. 1. С. 293-297.