

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

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

Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, РАЗВИТИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕИЯХ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ

zchs@intbel.ru

Ликвидация чрезвычайных ситуаций невозможна без применения специальных управляющих воздействий. Отсюда вытекает необходимость введения множества концептов управляющих решений и восстановительных работ. В статье рассматриваются вопросы прогнозирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций в высших учебных заведениях на основе множества концептов возникновения, развития и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: анализ, чрезвычайная ситуация, угрозы, ликвидация, этап, концепт, концептуальная модель.

Введение. В Российской Федерации вообще и в системе высшего профессионального образования (ВПО) в частности сохраняется тенденция к росту количества и масштабов чрезвычайных ситуаций (ЧС). Это связано как с объективными причинами (мировой среднегодовой прирост последствий ЧС составляет по числу погибших – 4 %, по материальному ущербу – более 10 %), так и с неудовлетворительным состоянием безопасности образовательных учреждений.

Средний уровень индивидуального риска для населения России, в том числе и для учащихся и студентов, примерно в 100 раз превышает уровень достигнутый в ряде развитых стран [1].

В связи с этим проблема защиты студентов, преподавателей и сотрудников учреждений ВПО от чрезвычайных ситуаций различного характера остается актуальной. Для ее решения необходимо принимать новые методы и подходы.

Чрезвычайные ситуации, как правило, развиваются быстро, сопровождаются не только материальными, но и людскими потерями, поэтому очень важно своевременно и правильно принять решения по ликвидации ЧС, смягчению и ликвидации ее последствий. Сделать это очень сложно, так как процесс принятия решений происходит в условиях дефицита времени, неполной и неточной информации, требует учета множества аспектов – технических, организационных, психологических и других.

Важным направлением повышения оперативности и качества управленческих решений по предупреждению и ликвидации ЧС в ВУЗах является создание информационных систем поддержки принятия решений. Основой создания таких систем является математические модели динамических процессов развития ЧС, содержащих трудно формализуемые элементы, функционирующие в условиях неопределенности [2,3].

Трудность задачи моделирования ЧС связана с тем, что характер развития каждой опасной ситуации сугубо индивидуален, происходит в условиях неопределенности, когда не известны ни масштабы бедствия, ни сложность предстоящих аварийно-спасательных работ, ни объем необходимых сил и средств. Сложным вопросом остается также оперативное распределение ограниченных ресурсов между отдельными направлениями восстановительных работ.

Основная часть. Опасные явления, происходящие в природе, техносфере и обществе, формирует негативные факторы, которые могут вызвать ЧС в учреждениях ВПО [4].

Динамика развития ЧС показана на (рис.1.) [5].

На предварительной стадии S_0 накапливаются отклонения от нормального состояния ВУЗа, формируются предпосылки возникновения ЧС. На первой стадии S_1 происходит инициирование опасного события вызывающего ЧС. Чрезвычайная ситуация возникает и начинает развиваться, оказывая губительное воздействие на студентов, преподавателей, сотрудников ВУ-

За, его инфраструктуру и окружающую среду. Развитие ЧС на первом этапе обычно носит стремительный лавинообразный процесс, при-

водящий к резкому ухудшению состояния ВУЗа и катастрофическим последствиям как для самого учреждения, так и его окружения.

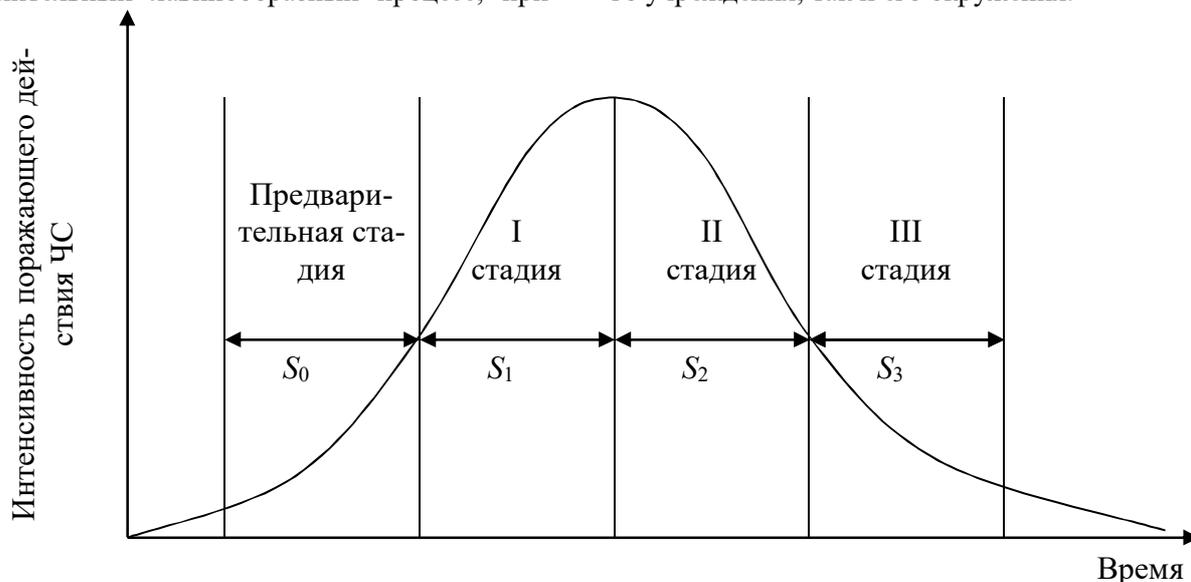


Рис. 1. Стадии развития чрезвычайных ситуаций

На втором этапе S_2 начинается локализация ЧС и ликвидация ее последствий, приводящие к обеспечению поражающего действия ЧС. На третьей стадии S_3 осуществляется ликвидация долговременных последствий ЧС и переход ВУЗа на обычный режим функционирования.

Чрезвычайные ситуации в ВУЗе как объект управления имеет ряд специфических особенностей: для максимального сокращения людских и материальных потерь решения должны приниматься в сжатые сроки; неопределенность параметров развития ЧС и предстоящих аварийно-спасательных и восстановительных работ; большой объем и недостаточная точность информации о состоянии объекта; сложность процессов, характеризующих ЧС.

Отсюда следуют требования к моделям развития ЧС и моделям процессов управления в условиях ЧС: модели должны отображать слабоструктурированные и трудно формализуемые процессы развития ЧС и управления их ликвидацией; следует обеспечить возможность моделирования взаимосвязанных процессов различной природы; модели должны отражать пространственно-временные аспекты развития ЧС; необходимо формализовать и учесть в моделях знания и опыт экспертов по ликвидации ЧС.

При моделировании ЧС в ВУЗах прежде всего необходимо выделить элементы, нарушение состояния или функционирования которых может стать причиной возникновения ЧС. Эти потенциально опасные элементы образуют множество концептов [6]:

$$C^{El} = \{C_i^{El}\}. \quad (1)$$

Каждый концепт характеризуется своей переменной состоянием X_i^{El} , характеризующей степень опасности концепта, как потенциального источника ЧС. В качестве концептов могут выступать не только физические элементы, например, опасные установки или системы, то и социально-экономические категории, влияющие на устойчивость функционирования ВУЗа. Следующим шагом формирования концептуальной модели ЧС является формирование множества внутренних и внешних угроз возникновения ЧС

$$C^U = \{C_i^U\}, \quad (2)$$

компоненты которого характеризуются переменными X_i^U .

К основным угрозам возникновения ЧС в ВУЗах относятся: высокая степень износа зданий, сооружений, инженерных сетей; нарушения режима эксплуатации потенциально опасного учебно-производственного оборудования; стихийные природные явления; террористические акты и криминальные проявления.

Кроме априорных, т.е. очевидных ЧС, всегда существуют апостериорные (непредвиденные, непредсказуемые) угрозы, о существовании которых узнают лишь после их реализации. Поэтому при моделировании ЧС необходимо предусматривать возможность их реализации без очевидных причин. Следует учитывать также взаимосвязь опасных событий, когда наступление одного из них провоцирует реализацию ряда других (эффект домино).

Каждый ЧС сопровождается множеством поражающих факторов: физических (воздушная ударная волна, обломки и осколки, волна прорыва гидротехнических сооружений, тепловое излучение, ионизирующее излучение и др.); химических (токсическое действие опасных химических веществ, химическое заражение окружающей среды); биологических и др.

Анализ поражающих факторов необходим для формирования следующей группы концептов – множества объектов поражения:

$$C^G = \{C_i^G\} \quad (3)$$

К объектам поражения относятся люди, здания, сооружения ВУЗа, а также близлежащие объекты.

Ликвидация ЧС невозможна без применения специальных управляющих воздействий, выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ. Отсюда вытекает необходимость введения множества концептов управляющих решений и восстановительных работ:

$$C^R = \{C_i^R\} \quad (4)$$

Между концептами существуют связи W_{ij} .

При формировании концептуальной модели ЧС

$$M = \{C^{El}, C^U, C^G, C^R\} \quad (5)$$

необходимо решать вопрос о необходимом и достаточном количестве концептов, позволяющих принимать управляющие решения в условиях ЧС.

Формулирование первичного списка концептов $\{C^{El}, C^U, C^G\}$ осуществляется самим лицом, принимающим решения (ЛПР), на основе его знаний и опыта. Затем с привлечением экспертов формируется новый список, содержащий концепты, имеющие наибольшее значение для описания состояний моделируемого объекта – ВУЗа и для его управления в условиях ЧС.

Концептуальная модель ЧС в образовательном учреждении основана на математическом описании некоторых инвариантных свойств, присущих всем ЧС, которые могут произойти в ВУЗах.

Прежде всего, это существование некоторого носителя опасности и некоторого охранного объекта, который должен охраняться системой обеспечения безопасности.

Инвариантными, т.е. присущими всем возможным ЧС, свойствами опасностей являются: носитель опасности (опасный объект) обладает большой энергией, его изменения происходят в конечном временном интервале и локальной пространственной области; взаимодействие носителя опасности и охранного объекта сопро-

вождается потерями людей, материальных ценностей, а также нанесением ущерба окружающей среде; носитель опасности (опасный объект) и охранный объект характеризуются конечным множеством переменных (параметров), описывающих их состояния; объективно существуют факторы, оказывающие целенаправленное воздействие на опасность, которые можно использовать при управлении в условиях ЧС; в составе охранного объекта существует организационно-управляющая система, которая в определенном режиме на основе полученной информации способна выработать и реализовать управляющие воздействия по локализации ЧС и снижению ее последствий.

Эти инвариантные свойства ЧС используются при создании концептуальной модели ЧС, основанной на взаимодействии подсистем – агентов.

Под агентом будем понимать множество объектов или субстанций, имеющих одни и те же свойства и правила поведения.

Системный анализ ЧС позволяет выделить шесть подсистем (агентов) процесса ликвидации ЧС:

1. Носитель опасности (опасный объект).
2. Охранный объект.
3. Подсистема принятия решений.
4. Информационная подсистема.
5. Исполнительная подсистема.
6. Окружающая среда.

Состояния опасного и охранного объектов характеризуются переменными состояниями.

Множество переменных $X = \{X_i\}$, характеризующих состояние опасности (опасного объекта) может быть таким:

- x_0 – начальный дестабилизирующий фактор, вызывающий ЧС;
- x_1 – скорость распространения опасности;
- x_2 – скорость нарастания интенсивности (ускорение) опасности;
- x_3 – мощность опасности;
- x_4 – степень агрессивности опасности по отношению к окружающей среде;
- x_5 – потенциальная энергия опасности;
- x_6 – размер пространственной области, охваченной опасностью.

Состояние охранного объекта может быть описано множеством свойств $Y = \{y_i\}$:

- y_1 – люди (студенты, преподаватели, сотрудники);
- y_2 – материальные объекты (ценности) ВУЗа.

Ущерб, наносимый в результате возникновения ЧС, характеризуется множеством потерь $P = \{p_i\}$:

- p_1 – людские потери;
- p_2 – материальные потери;
- p_3 – ущерб природным объектам.

Состояние подсистемы оперативного принятия решений (системы оперативного управления СОУ) определяется множеством $Z = \{z_k\}$ переменных, характеризующих управляющие воздействия, направленные как на опасный, так и охранный объекты:

- z_1 – использование активных трудовых ресурсов;
- z_2 – использование технических ресурсов учреждения;
- z_3 – использование специальных спасательных средств;
- z_4 – использование средств связи и других информационных ресурсов;
- z_5 – использование финансовых ресурсов;
- z_6 – использование средств предупреждения ЧС (средства контроля, мониторинга, диагностики, прогноза);
- z_7 – использование интеллектуального ресурса ВУЗа;
- z_8 – использование организационно-технических мероприятий по улучшению защищенности ВУЗа.

Информационная подсистема характеризуется множествами средств получения обработки и анализа информации о состоянии охранного объекта (Y), опасного объекта (J_1), окружающей среды (J_2) и исполнительной подсистемы (J_3). Информационная подсистема поставляет в обработанном виде информацию подсистем принятия решений.

Состояние исполнительной подсистемы характеризуется множеством $U = \{u_k\}$ располагаемых средств для управления и ликвидации ЧС. Решения, принятые для ликвидации ЧС образуют множество $Z = \{z_k\}$.

Окружающая среда оказывает множество воздействий F как на опасный, так и на охранный объекты. Основные переменные этого множества:

- f_1 – природные факторы, способствующие развитию ЧС;
- f_2 – природные факторы сдерживающие развитие ЧС.

После реализации множества Z мер по ликвидации ЧС охранный объект – ВУЗ переходит в допустимое состояние Y_0 понеся при этом множества P_0 допустимых (неизбежных) потерь.

Развитие и ликвидацию ЧС можно представить как процесс изменения двух объектов – опасного и охранного под влиянием внешних факторов.

Система уравнений, описывающих изменения объектов (их движение в пространстве переменных состояния) имеет вид:

$$\begin{aligned}\dot{X} &= \varphi_0(X, F, U, X_0) \\ \dot{P} &= \psi_0(X, F, U, X_0) \\ \dot{Y} &= \pi_0(X, F, U, X_0)\end{aligned}\quad (6)$$

Аналогичные уравнения описывают функционирование подсистем оперативного управления:

$$\dot{J}_0 = \gamma_0(j_0, j_1, j_2, j_3, P, Y), \quad (7)$$

подсистемы принятия решений

$$\dot{Z} = \mu_0(Z, P^0, P, F, X, X_0, Y), \quad (8)$$

а также исполнительной подсистемы

$$\dot{U} = \lambda(U, Z, F) \quad (9)$$

Сложность построения данных моделей развития ЧС в ВУЗах на концептуальном уровне состоит в установлении явного вида правых частей уравнений. Эта сложность связана с тем, что каждая ЧС развивается по своему сценарию, а проведение экспериментов по их воспроизведению и изучению недопустимо.

Вывод. Анализ концептуальных моделей развития ЧС в ВУЗах помогает выяснить роль отдельных подсистем в организации оперативного управления в условиях ЧС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воробьев Ю.Л. Основы формирования и реализации государственной политики в области снижения рисков чрезвычайных ситуаций: Монография. М.: ФИД «Деловой экспресс», 2000. 248с.
2. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: «Наука», 1986. 462с.
3. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры: М.: «Физматлит», 2002. 320с.
4. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г. Характеристика внутренних опасностей и угроз образовательных учреждений высшего профессионального образования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. №3. С. 124-126.
5. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю. Математическое моделирование, как инструмент анализа и прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Вестник Белгородского государственного технологического

университета им. В.Г. Шухова. 2012. №1. С. 161-164.

6. Шаптала В.Г., Ветрова Ю.В. Концептуальная модель возникновения и развития чрезвычайных ситуаций в образовательных учреждениях // Комплексная безопасность высших учебных заведений –

исследования, управление, опыт: сб. науч. тр. / Белгор. гос. технол. ун-т; под общ. ред. В.Ю. Радоуцкого. Белгород: Изд-во ООО «Евро-Полиграф», 2012. С. 35-38.

Radoutsky V.Yu., Shaptala V.G.

FORECASTING THE OCCURRENCE, DEVELOPMENT AND ELIMINATION OF EMERGENCY SITUATIONS IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS ON THE BASIS OF A CONCEPTUAL MODEL

The emergency management is not possible without using the special controlling actions. This implies the necessity of introducing a number of concepts of managing decisions and reconditioning works. The article deals with the questions of forecasting and management of emergency situations in higher educational institutions on the basis of the variety of concepts of the occurrence, development and elimination of emergency situations.

Key words: *analysis, emergency, hazard, elimination, stage, concept, conceptual model.*