

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

*Нестерова Н. В., д-р техн. наук, проф.,
Ковалева Е. Г., канд. техн. наук,
Васюткина Д. И., аспирант,*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫЕ УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ, КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕМ И КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ*

vs1606@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по использованию имеющихся в высших учебных заведениях информационных систем, для создания систем оперативного управления жизнеобеспечением и комплексной безопасностью. На основе математических моделей разработаны общие алгоритмы расчетного определения рисков при террористическом нападении, при возникновении пожара, при чрезвычайных ситуациях экологического характера, что позволяет автоматизировать расчёт показателей риска, путём создания информационной системы «Риск». Данные информационной системы «Риск» позволяют органам управления высших учебных заведений обеспечивать оперативное управление системами жизнеобеспечения и системой комплексной безопасностью высшего учебного заведения.

***Ключевые слова:** жизнеобеспечение, комплексная безопасность, интеллектуальная управляющая система, информационная система, терроризм, пожар, риск.*

Введение. Перспективным направлением повышения безопасности образовательных и других учреждений с массовым пребыванием людей является «интеллектуализация» их зданий, предусматривающая оснащение зданий системами управления, которые поддерживают оптимальный режим работы не только систем жизнеобеспечения (отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, электро-, водо- и газоснабжения), но и систем защиты учреждений от внешних угроз различного характера – террористической, пожарной, экологической и других [1].

Управление системами жизнеобеспечения и системами безопасности (СБ) в штатных ситуациях может осуществляться с помощью управляющих программ, разработанных на основе известных алгоритмов [2]. Однако, если в результате аварии на СЖО или реализации внешних угроз возникает чрезвычайная ситуация (ЧС), такое управление становится неэффективным из-за неполноты и неопределенности исходной информации, а также плохой структурируемости возникающей обстановки.

Обычное управление не позволяет своевременно принять решения по локализации опасных событий и смягчению их поражающих воздействий, по организации взаимодействия оперативных служб учреждения и города, направленного на устранение ЧС и ликвидацию ее последствий.

Сложность осуществления эффективного управления в трудно формализуемых ЧС привела к необходимости разработки интеллектуальных управляющих систем (ИУС), предназначенных для поддержки деятельности лиц, принимающих решения (ЛПР). Эти системы могут включать в себя блок анализа ситуаций, базы данных, знаний и математических моделей, а также механизм выработки выводов [3].

Методология. В процессе работы был использован системный подход, охватывающий методы обобщения и анализа, аналитические исследования, методы математического моделирования.

Основная часть. ИУС, являющаяся по существу экспертной системой поддержки принятия решений, представляет собой основную составную часть (ядро) системы оперативного управления обстановкой при возникновении ЧС (рис. 1).

Входящий в ИУС блок анализа ситуаций служит для их классификации и отнесения к одному из выделенных типов. База данных содержит сведения, которые всесторонне характеризуют эти ЧС. База знаний включает в себя дополнительные сведения о проблемах, возникающих при управлении объектами в ЧС. В базу моделей входят аналитические зависимости, позволяющие оценить риск возникновения и развития ЧС, а также закономерности функционирования СЖО и СБ. Механизм выработки вы-

водов представляет собой набор решающих правил, на основании которых формируются реко-

мендации для ЛПР [4].



Рис. 1. Структура системы оперативного управления жизнеобеспечением и безопасностью образовательного учреждения при возникновении ЧС

Рассмотрим основные составляющие базы данных, знаний и моделей ИУС образовательного учреждения, а также некоторые вопросы организации их использования.

Для определения общего алгоритма расчетного определения риска возникновения чрезвычайной (кризисной) ситуации в образовательном учреждении, предположим, что ЧС может возникать в результате реализации одной из n совместных угроз или любой их совокупности. Тогда для количественной характеристики риска R получим выражение [5]

$$R = p_1q_2q_3V_1 + p_2q_1q_3V_2 + p_3q_1q_2V_3 + p_1p_2q_3(V_1 + V_2) + p_1p_3q_2(V_1 + V_3) + p_2p_3q_1(V_2 + V_3) + p_1p_2p_3(V_1 + V_2 + V_3), \tag{2}$$

где индексы 1, 2 и 3 относятся к террористической, пожарной и экологическим угрозам соответственно.

Первым этапом процедуры оценки риска является определение вероятностей неблагоприятных исходов.

$$R = p_1q_2q_3...q_nV_1 + p_2q_1q_3...q_nV_2 + ... + p_nq_1q_2...q_{n-1}V_n + p_1p_2q_3...q_n(V_1 + V_2) + ... + p_1p_2p_3q_4...q_n(V_1 + V_2 + V_3) + ... + p_1p_2p_3...p_n(V_1 + V_2 + ... + V_n), \tag{1}$$

где p_i – вероятность реализации i -ой угрозы; V_i – связанный с ней ущерб; $q_i = 1 - p_i$.

В первом приближении для предварительной оценки риска ограничимся рассмотрением трех основных угроз: террористической, пожарной и экологической.

В этом случае соотношение (2.1) принимает вид:

Расчет вероятности осуществления террористического нападения p_1 должен выполняться в следующей последовательности [6]:

1. Подготовка исходных данных:

- Y_1 – ожидаемый размер ущерба;
- n – количество типов инженерно-технических средств охраны (ИТСО);
- C_k – стоимость средства k -го типа, $1 \leq k \leq n$;
- N_k – количество фактически установленных средств охраны k -го типа;
- $N_{кт}$ – требуемое по нормативам количество средств охраны k -го типа;
- p_{00} – начальное значение вероятности своевременного реагирования на попытку осуществления теракта при полном отсутствии ИТСО (эта характеристика определяется экспертно ($0 < p_{00} < 1$));
- p_{01} – нормативное (требуемое) значение предыдущего показателя (устанавливается в соответствии с нормативной документацией ($p_{01} \leq 1$));
- K_1 – предполагаемое количество сотрудников службы охраны, приходящихся на одного террориста;
- K_2 – количество сотрудников службы охраны, эквивалентных (равносильных) одному террористу по вооруженности;
- K_3 – показатель, аналогичный предыдущему и учитывающий соотношение боевой подготовленности сотрудников охраны и террористов.

2. Вычисление относительной значимости β_k ($0 < \beta_k < 1$) отдельных типов ИТСО в обеспечении своевременного обнаружения террористического проявления и прибытия сил охраны к месту вторжения:

$$\beta_k = \frac{C_k}{\sum_{k=1}^n C_k}. \quad (3)$$

3. Вычисление обеспеченности α образовательного учреждения средствами охраны:

$$\alpha = \frac{\sum_{k=1}^n \beta_k N_k}{\sum_{k=1}^n \beta_k N_{кт}}. \quad (4)$$

4. Вычисление вероятности своевременного реагирования на попытку осуществления теракта:

$$p_0 = 1 - (1 - p_{00}) \left(\frac{1 - p_{01}}{1 - p_{00}} \right)^\alpha. \quad (5)$$

5. Вычисление коэффициента, отражающего соотношение сил охраны и террористов

$$k = K_1 / (K_2 K_3). \quad (6)$$

6. Вычисление вероятности успеха сил охраны в пресечении теракта

$$P_c = 1 - \frac{1}{2^{k^2}}. \quad (7)$$

7. Расчет вероятности осуществления теракта

$$P_1 = 1 - P_0 P_c. \quad (8)$$

Далее рассмотрим последовательность расчета среднегодовой вероятности возникновения в пожара в образовательном учреждении [7].

1. Подготовка исходных данных:

- Y_2 – ожидаемый размер ущерба, вызванного пожаром;
 - $T_{рп}$ – среднее время развития пожара, определяемое на основе статистических данных (для образовательных учреждений $T_{рп} = 16-60$ мин);
 - $t_{зпт}$ – время запаздывания включения средств пожаротушения;
 - $T_{ср}$ – среднее время включения средств пожаротушения с учетом времени передачи информации (ручной огнетушитель $T_{ср} = 1-2$ мин, автоматические установки пожаротушения $T_{ср} = 2-3$ мин, пожарная команда $5-30$ мин);
 - $t_{нсо}$ – среднее время наработки на отказ системы обнаружения и передачи информации о пожаре ($1-30$ тыс. час);
 - $t_{нтт}$ – то же для оборудования и средств пожаротушения;
 - $T_{кpo}$ – период контроля работоспособности системы обнаружения пожара и передачи информации о нем ($100-5000$ час);
 - $T_{крп}$ – то же для оборудования и систем пожаротушения ($500-1000$ час);
 - m – количество необходимых профилактических мероприятий;
 - n – количество фактически выполненных профилактических мероприятий;
 - M_i – экспертная балльная оценка профилактических мероприятий ($1 \leq M_i \leq 10$);
2. Расчет вероятности своевременного обнаружения пожара и передачи информации о нем:

$$P_{соп} = 1 - \exp(-t_{нсо} / T_{кpo}). \quad (9)$$

3. Расчет вероятности своевременного включения средств и систем пожаротушения:

$$P_{впт} = 1 - \exp(-t_{зпт} / T_{ср}). \quad (10)$$

4. Определение вероятности безотказной работы оборудования и систем пожаротушения:

$$P_{рпт} = 1 - \exp(-t_{нтт} / T_{крп}). \quad (11)$$

5. Определение вероятности развития пожара:

$$P_{рп} = 1 - \exp(-t_{зпт} / T_{рп}). \quad (12)$$

6. Вычисление относительной значимости выполненных профилактических мероприятий:

$$M = \sum_{i=1}^n M_i / \sum_{i=1}^m M_i. \quad (13)$$

7. Определение вероятности получения

ожидаемого эффекта от выполненных профилактических организационно-технических мероприятий:

$$P_{эпм} = 1 - \exp(-5M^5 / (1 + M^5)). \quad (14)$$

8. Вычисление вероятности возникновения пожара:

$$P_2 = (1 - P_{соп} P_{впт} P_{рпт}) P_{рп} (1 - P_{эпм}). \quad (15)$$

Вероятности чрезвычайных и кризисных ситуаций экологического характера могут быть рассчитаны в следующей последовательности [8]:

1. Подготовка исходных данных:

- V_3 – ожидаемый ущерб от экологических поражений;
- t_x – время действия вредного химического вещества (время экспозиции);
- C – концентрация вредного вещества;
- $C_{пдк}$ – предельно-допустимая среднесуточная концентрация этого вещества;
- эмпирические параметры K и β , значения которых приведены в таблице 1;

Таблица 1

Параметры для расчета риска хронической интоксикации

Класс опасности	Характеристика	β	K
1-й класс	чрезвычайно опасные вещества	2,4	7,5
2-й класс	высокоопасные вещества	1,31	6,0
3-й класс	умеренно опасные	1,00	4,5

$$\Phi(x) \approx 0,5(1 - (1 + C_1x + C_2x^2 + C_3x^3 + C_4x^4)^{-16}), \quad (19)$$

где $C_1 = 0,050$; $C_2 = 0,021$; $C_3 = 0,003$; $C_4 = 0,00004$.

5. Определение вероятности возникновения негативных последствий радонового облучения:

$$P_p = 7,3 \cdot 10^{-2} \cdot E \cdot P(E). \quad (20)$$

6. Вычисление вероятности реализации экологической угрозы:

$$P_3 = P_x + P_p - P_x P_p. \quad (21)$$

Вероятность наступления одной из рассмотренных выше ЧС или любой их совокупности может быть найдена по формуле:

$$P_{чс} = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2)(1 - P_3). \quad (22)$$

Зная вероятности возникновения ЧС, связанных с терроризмом, пожарами и неблагоприятной экологией, а также размеры ущербов, вызываемых этими ЧС, можно рассчитать по формуле (2) общий показатель риска для образовательного учреждения.

Вывод. Приведенные выше соотношения использовались при разработке информационной системы РИСК, позволяющей автоматизировать расчет показателей риска возникновения ЧС в образовательных учреждениях высшего

	вещества		
4-й класс	малоопасные вещества	0,86	3,0

- $E_{ср}$ – среднее выборочное значение годовой индивидуальной дозы радонового облучения;

- A – средняя объемная активность радона в помещениях;

- t_p – продолжительность пребывания студентов в помещениях.

2. Вычисление вероятности возникновения заболеваний студентов из-за хронической интоксикации среды обитания вредными химическими веществами:

$$P_x = 1 - \exp\left(-0,174 \left(\frac{C}{C_{пдк}K}\right)^\beta t\right). \quad (16)$$

При $C < C_{пдк}$ $\beta = 1$.

3. Вычисление годовой индивидуальной эффективной дозы радонового облучения:

$$E = 10At_p. \quad (17)$$

4. Определение вероятности накопления годовой эффективной дозы облучения E :

$$P(E) = \Phi\left(1,2 \frac{E}{E_{ср}}\right) - \Phi\left(0,8 \frac{E}{E_{ср}}\right), \quad (18)$$

где $\Phi(x)$ – функция Лапласа, приближенные значения которой можно найти с помощью следующей аппроксимации:

профессионального образования.

Разработанные рекомендации по созданию системы оперативного управления жизнеобеспечением и комплексной безопасностью, на основе имеющихся в высших учебных заведениях информационных систем, позволяют органам управления высших учебных заведений как создавать такие системы, так и обеспечивать оперативное управление жизнеобеспечением и комплексной безопасностью.

* Работа выполнена в рамках программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012 – 2016 годы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Шульженко В.Н., Добровольский В.С., Овечкин А.Н. Комплексная безопасность высших учебных заведений: монография. Петербург: Изд – во «Инфо - да», 2008. 120с.

2. Борисов В.В., Парфенов В.Н., Вохмянин В.В., Сютин Ю.С. Модель жизнеобеспечения муниципальных образований // Тезисы докладов 10-ой международной научно – практической

конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Москва, ЦСМ МЧС России, 19-21 апреля 2005г. С. 38 - 39.

3. Поспелов Д.А. Ситуационное управление – основа прикладных интеллектуальных систем // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Приборостроение». 1995. №2. С.22 - 30.

4. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В. Системы информационной поддержки принятия управленческих решений при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций органами управления вуза // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 188-191.

5. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В., Ветрова Ю.В., Шаптала В.Г. Оценка риска чрезвычайных ситуаций природного, техногенного характера и

пожаров: уч. пос. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 116 с.

6. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Добровальский В.С., Овечкин А.Н. Моделирование систем комплексной безопасности высших учебных заведений. монография. Белгород: ООО «Планета – Полиграф», 2009. 130с.

7. Шаптала В.Г., Шульженко В.Н., Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В. Математическое моделирование пожарной безопасности высших учебных заведений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2008. №4. С. 63-65.

8. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В. Мониторинг, прогнозирование, моделирование и оценка рисков чрезвычайных ситуаций: монография. Белгород: Изд-во ООО «Евро-Полиграф», 2011. 140 с.