

Ковалева Е. Г., канд. техн. наук,
Нестерова Н. В., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКОВ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ*

vs1606@mail.ru

В статье рассмотрены методика и методы анализа риска, обоснован уровень приемлемого риска в учреждениях высшего профессионального образования. Полученные результаты анализа этих методик и методов могут быть использованы при разработке систем комплексной безопасности высших учебных заведений.

Ключевые слова: опасность, риск, система безопасности, чрезвычайная ситуация, математическая модель, мониторинг.

Введение. Решение задач обеспечения безопасности студентов, преподавателей, сотрудников и материально технической базы учреждений высшего профессионального образования приобретают в современных условиях особое значение [1]. Это объясняется: привлекательностью образовательных учреждений для террористического нападения, в виду большого ущерба при реализации угроз; особенностью зданий и сооружений, как объектов повышенной ответственности, каждый из которых представляет собой сложную архитектурно-строительную конструкцию с большим количеством инженерных коммуникаций; наличием в зданиях большого количества людей при ограниченных возможностях их эвакуации и спасения при чрезвычайных ситуациях, вероятность появления которых значительно возрастает в связи с современными техногенными и террористическими угрозами [2, 3].

Для функционирования системы безопасности образовательных учреждений высшего профессионального образования важное значение имеет постоянный мониторинг состояния угроз и защищенности образовательных учреждений, единые подходы и механизмы управления рисками возникновения чрезвычайных и кризисных ситуаций [4].

Заблаговременная оценка безопасности и повышение устойчивости функционирования образовательных учреждений высшего профессионального образования могут быть достигнуты на основе разработки методик прогнозирования и оценки последствий чрезвычайных и кризисных ситуаций, методик проведения мониторинга технического состояния зданий, инженерных сетей и средств обеспечения безопасности учреждений высшего профессионального образования [5].

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

Основная часть. Использование анализа риска в системе управления безопасностью образовательного учреждения призвано ответить на принципиальный вопрос о соотношении уровня опасности объекта и уровня приемлемого риска, а также обосновать экономическую эффективность предполагаемых мер по повышению безопасности с учетом математического ожидания экономического и социального ущерба при возникновении чрезвычайных ситуаций различного типа [6]. Говоря о достижении уровня приемлемого риска, как правило, имеют в виду уровень безопасности людей. При этом определение уровня приемлемого риска для образовательного учреждения входит в сам процесс анализа риска. Рассматриваются различные виды риска.

Потенциальный риск. Потенциальный риск в рассматриваемой точке $M(x,y)$ определяется по формуле:

$$R_{\Pi} = \sum_{i=1}^n P_i(x,y) f_i \quad (1)$$

где f_i – вероятность (частота) реализации i -го сценария возникновения чрезвычайной или кризисной ситуации, $P_i(x,y)$ – вероятность поражения в данной точке, n – количество сценариев. Суммирование производится также по всем потенциально опасным объектам, создающим поражающие факторы на данной территории.

Индивидуальный риск. Индивидуальный риск характеризует частоту или вероятность поражения отдельного человека в результате воздействия всех поражающих факторов аварии и определяется следующим выражением:

$$R_I = \iint_D R_{\Pi}(x,y) \cdot \varphi(x,y) dx dy \quad (2)$$

где $\varphi(x,y)$ – плотность распределения вероятности нахождения человека в точке $M(x,y)$ области D , в которой действуют поражающие факторы.

Приемлемый индивидуальный риск. Уровень приемлемого индивидуального риска лежит в диапазоне $5 \cdot 10^{-6}$ – $5 \cdot 10^{-5}$ в год, что соот-

ветствует 1–10% диапазону минимального риска смерти на протяжении всей жизни. При этом вынужденный приемлемый риск (риск, которому подвергаются третьи лица) следует выбирать из меньших значений в этом диапазоне, а добровольный риск может быть приемлемым и для больших значений. Интервал выбора приемлемого риска обозначен на рис. 1 кривой.

Интервал $5 \cdot 10^{-5} - 2,5 \cdot 10^{-4}$ в год соответствует



▨ - Диапазон выбора приемлемого риска

▩ - Диапазон выбора контролируемого риска

R – риск, 1/год
 М – минимальный риск смерти на протяжении всей жизни,
 0,01М - 1% от минимального риска смерти на протяжении всей жизни,
 0,1М – 10 % от минимального риска смерти на протяжении всей жизни,

Причины гибели:
 Т – теракты,
 П – пожары,
 Тр – производственный травматизм,
 ДТП – дорожно-транспортные происшествия,
 У – убийства,
 С – самоубийства,
 НС – все несчастные случаи,
 Г – от всех причин смерти.

Рис. 1. Логарифмическая шкала индивидуального риска

Количественный риск. Количественный риск равен ожидаемому количеству пораженных людей N в результате возможных ЧС за определенный период времени:

$$N = \sum_{i=1}^n \iint_D P_i(x, y) \cdot \Omega(x, y) dx dy \quad (3)$$

Здесь $\Omega(x, y)$ – плотность распределения персонала и населения в области действия поражающих факторов D ; $P_i(x, y)$ – вероятность поражения людей в т. $M(x, y)$ при реализации i -го сценария возникновения ЧС; n – количество возможных сценариев.

Понятие количественного риска относится не только к человеческим потерям, но и к другим видам ущерба. Например, риск ущерба Y от всех возможных сценариев равен:

$$Y = \sum_{i=1}^n f_i Y_i \quad (4)$$

где f_i – вероятность (частота) i -го сценария; Y_i – ущерб, наносимый ЧС при реализации i -го сценария.

Социальный риск. Социальный риск характеризуется F/N кривой-графиком зависимости частоты возникновения опасных событий F , в котором пострадало определенным образом не менее N человек, от этого числа N . Социальный

уровню контролируемого риска (рис. 1, ромбическая штриховка). Наибольшее значение риска в этом интервале соответствует риску гибели в дорожно-транспортных происшествиях – по видимому, максимальному уровню риска, которому согласятся подвергать себя большинство студентов, преподавателей и сотрудников ВУ-Зов, осознавая опасность с одной стороны и выгоды, а часто и неизбежность использования транспорта с другой.

риск характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей. Зависимость F от N имеет убывающий характер (рис. 2).

Вместо количества пострадавших (погибших) людей может рассматриваться любой другой материальный или экономический ущерб.

Значение социального риска G можно найти интегрированием:

$$G = \int_0^{N_{max}} F(N) dN. \quad (5)$$

Традиционный подход к обеспечению безопасности базируется на концепции «абсолютной безопасности». Как показывает практика, такая концепция не адекватна реальным условиям, поэтому начиная с конца 70-х – начала 80-х гг. в исследованиях, связанных с обеспечением безопасности, начался переход от концепции «абсолютной» безопасности к концепции «приемлемого» риска.

Существует уровень риска, который можно считать пренебрежимо малым. Если риск от какого-то объекта не превышает такого уровня, нет смысла принимать дальнейшие меры по повышению безопасности, поскольку это потребует значительных затрат, а люди и окружающая

среда из-за действия иных факторов все равно будут подвергаться почти прежнему риску. С другой стороны, есть уровень максимального приемлемого риска, который нельзя превосходить, каковы бы ни были расходы. Между двумя

этим уровнями лежит область, в которой и нужно уменьшать риск, отыскивая компромисс между социальной выгодой и финансовыми расходами, связанными с повышением безопасности.

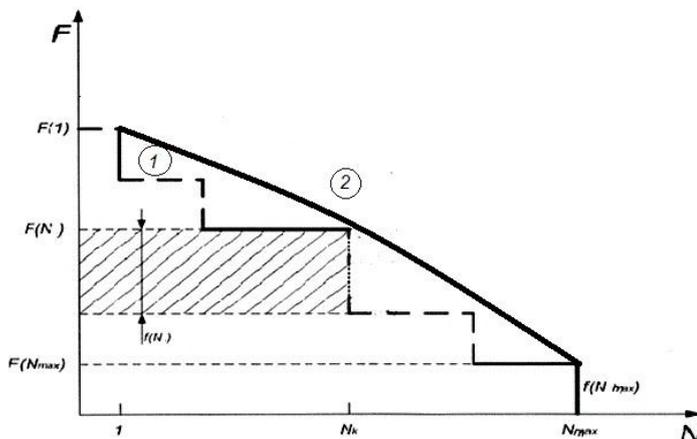


Рис. 2. F/N диаграмма (1) и кривая приемлемого социального риска (2)

Решение о том, какой уровень риска считать приемлемым, а какой нет, носит не технический, а политический характер и во многом определяется экономическими возможностями страны [7].

Поскольку границы оправданного риска трудно рационально обосновать, при решении расчетных или эксплуатационных технических задач следует использовать сравнение с риском в аналогичных ситуациях. При этом в анализе следует принимать во внимание наиболее неблагоприятный случай. Установленный таким образом крайне неблагоприятный случай угрозы нужно сравнить по частоте и величине с уже ранее имевшими место аналогичными рисками. При этом необходимо учитывать, что на частоту влияют как пространственная, так и временная протяженность рассматриваемых явлений. Кроме того, нужно учитывать продолжительность каждого события и степень стабильности исходных параметров.

Из табл.1 следует, что риск летального исхода существует на уровне 10^{-7} и выше на человека в год. Таким образом, для образовательных учреждений риск на уровне 10^{-7} чел./год может быть принят допустимым при следующих условиях [8]:

- проблема риска проанализирована глубоко и всесторонне;
- анализ проведен до принятия решений и подтвержден имеющимися данными в определенном временном интервале;
- после наступления неблагоприятного события анализ и заключение о риске, полученные на основании имевшихся данных, не меняются;
- анализ показывает и результаты контроля во всех случаях подтверждают, что угроза не может быть уменьшена ценой оправданных

затрат.

Таблица 1

Вероятность летального исхода

Условия и вид деятельности	10^{-7} чел./год
Аварии автомашин	2700
Огонь и взрывы	400
Водоемы	280
Обращение с механизмами	100
Воздушное сообщение	75
Электричество	51
Молния	5,5
Общественный транспорт	0,45
Радиоактивное излучение	0,05
Профессиональная деятельность	3-0,2
Бытовые условия и свободное время	0,5
Тяжелые заболевания	3-0,01

Принятую оценку допустимого риска и указанные условия нужно рассматривать как первый шаг к их количественному сравнению. При необходимости в дальнейшем, когда будут статистические данные, эта оценка может быть изменена. Установленную оценку допустимого риска не следует, однако, воспринимать как окончательную, она должна служить лишь основой анализа рисков [9].

Если речь идет исключительно о риске материальных потерь, то может быть применен метод сравнения.

Сравнение данной рискованной ситуации с возникавшими в прошлом аналогичными ситуациями дает для оценки риска более надежные исходные предпосылки, чем субъективные оценки.

Выводы. Установление уровня приемлемой безопасности и риска для образовательных учреждений представляет собой сложную задачу. Для ее решения требуется выполнение науч-

ного анализа существующих угроз, экономических, экологических, демографических и других факторов, определяющих развитие системы высшего профессионального образования, а так же общества, в целом с учетом множества взаимосвязей и взаимозависимостей.

** 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. Характеристика внутренних опасностей и угроз образовательных учреждений высшего профессионального образования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 3м. С. 124-126.
2. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Добровольский В.С., Овечкин А.Н. Моделирование систем комплексной безопасности высших учебных заведений. монография. Белгород: ООО «Планета – Полиграф», 2009. 130с.
3. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г. Предупреждение риска террористических акций в области техносферы // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 1. С. 141-142.
4. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В. Мониторинг, прогнозирование, моделирование и оценка рисков чрезвычайных ситуаций в системе высшего профессионального образования. монография. Белгород.: ООО «Евро-Полиграф», 2012. 120с.
5. Радоуцкий В.Ю., Шульженко В.Н., Ветрова Ю.В. Научно-техническое обоснование проектирования систем мониторинга состояния несущих конструкций зданий и сооружений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 3. С. 48-50.
6. Шаптала В.В., Ветрова Ю.В., Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю. Оценка риска чрезвычайных ситуаций природного, техногенного характера и пожаров: уч. пос. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 103с.
7. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В. Системы управления рисками чрезвычайных ситуаций. Белгород.: ООО «Евро-Полиграф», 2010. 164с.
8. 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.
9. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Ветрова Ю.В. Управление комплексной безопасностью высших учебных заведений: монография. Белгород.: Изд-во БГТУ, 2013. 125с.