

*Радоуцкий В. Ю., канд. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ*

zchs@intbel.ru

Несмотря на перспективность оптимизирования подходов к задачам экономической эффективности управления природно-техногенной безопасностью и риска, их применения связано с рядом трудностей. Основными из них являются: недостаточная разработанность экономических моделей; условный характер стоимостных показателей; трудности оценки вероятностей аварий и катастроф, сопряженных с экологическим и социальным ущербом. В статье анализируются вопросы управления природно-техногенной безопасностью высшего учебного заведения; результативность этого управления; критерии обоснования превентивных мер защиты: экономической обоснованности, временной реализуемости и достаточности.

Ключевые слова: *безопасность, чрезвычайная ситуация, управление, эффективность, экономический эффект, ущерб.*

Введение. Под управлением природно-техногенной безопасностью высшего учебного заведения (ВУЗ) будем понимать его целенаправленную деятельность по планированию и реализации оптимальной системы мер по обеспечению безопасности студентов и сотрудников, защите объектов учебного и учебно-производственного назначения от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера [1, 2].

Главный элемент такой деятельности – процесс оптимального распределения ограниченных ресурсов на снижение риска и смягчение последствий ЧС природного и техногенного характера с целью достижения приемлемого уровня природного и техногенного рисков для жизнедеятельности. Результативность управления безопасностью ВУЗа зависит от [3]:

эффективности комплекса мероприятий по снижению рисков и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций;

качества управления рисками, которое влияет на своевременность и рациональность принимаемых решений (зависит от уровня облученности, компетентности и готовности к действиям лиц, принимающих решения, наличия систем поддержки принимаемых решений и т.д.). Для количественной оценки эффективности управления безопасностью необходимо использовать показатели эффективности, которые должны отражать степень достижения цели управления и обычно строятся как отношение полученного результата к максимально возможному.

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

Основная часть. Комплексный показатель

эффективности управления природно-техногенной безопасностью ВУЗа в наиболее общем виде может быть выражен формулой [4]:

$$\Theta = \frac{\Delta W}{W} = \frac{\Delta W + c_0 N_{\text{сж}} + \alpha c_0 N_{\text{сг}}}{W + c_0 N_{\text{ж}} + \alpha c_0 N_{\text{г}}} \quad (1)$$

где ΔW – предотвращенный ущерб в результате управления природно-техногенной безопасностью, руб./год; W – средний ущерб от ЧС в год на один ВУЗ.

В общем случае *управление риском* – это разработка и обоснование оптимальных программ деятельности, призванных эффективно реализовать решения в области обеспечения безопасности. Главный элемент такой деятельности – процесс оптимального распределения ограниченных ресурсов на снижение различных видов риска с целью достижения такого уровня безопасности населения и окружающей среды, какой только возможен с точки зрения экономических и социальных факторов. Этот процесс основан на мониторинге окружающей среды и анализе риска [5].

Управление риском – это также основанная на оценке риска целенаправленная деятельность по реализации наилучшего из возможных способов уменьшения рисков до уровня, который общество считает приемлемым, исходя из существующих ограничений на ресурсы и время.

Для управления риском обычно используется подход, основанный на субъективных суждениях и игнорирующий социально-экономические аспекты. Научный подход к принятию решений в целях повышения безопасности ВУЗа требует взвешенного подхода, основанного на количественном анализе риска и последствий от принимаемых решений. Эти решения принимаются в рамках системы управления риском.

Важной составной частью этого управления должна стать система управления рисками ЧС (или управления природной, техногенной безопасностью ВУЗа). Для управления рисками ЧС следует развивать:

систему мониторинга, анализа риска и прогнозирования чрезвычайных ситуаций как основы деятельности по снижению рисков ЧС;

систему предупреждения ЧС и механизмы государственного регулирования рисков;

систему ликвидации ЧС, включая оперативное реагирование на ЧС, технические средства и технологии проведения аварийно-спасательных работ;

систему подготовки руководящего состава органов управления, специалистов и населения в области снижения рисков и смягчения последствий ЧС.

Анализ риска осуществляется по схеме: идентификация опасностей, мониторинг окружающей среды – анализ (оценка и прогноз) угрозы – анализ уязвимости территорий – анализ риска ЧС на территории – анализ индивидуального риска для населения [6]. В дальнейшем сравнение его с приемлемым риском и принятие решения о целесообразности проведения мероприятий защиты – обоснование и реализация рациональных мер защиты, подготовка сил и средств для проведения аварийно-спасательных работ, создание необходимых резервов для смягчения последствий ЧС.

Меры защиты осуществляются в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС по двум основным направлениям [7]:

превентивные меры по снижению рисков и смягчению последствий ЧС, осуществляемые заблаговременно;

меры по смягчению (ликвидации) последствий уже произошедших ЧС (экстренное реагирование, т.е. аварийно-спасательные и другие неотложные работы, восстановительные работы, реабилитационные мероприятия и возмещение ущерба).

Учитывая влияние на индивидуальный риск различных факторов: виды негативных событий, их частота, сила, взаимное расположение источников опасности и объектов воздействия, защищенность и уязвимость объектов по отношению к поражающим факторам источников опасности, а также затраты на реализацию мер по уменьшению негативного влияния отдельных факторов, обосновываются рациональные меры, позволяющие снизить природный и техногенный риски до минимально возможного уровня. Отдельные опасные явления, потенциально опасные объекты сравниваются между собой по ве-

личине индивидуального риска, выявляются критические риски. Рациональный объем мер защиты осуществляется в пределах ресурсных ограничений, следующих из экономических возможностей ВУЗа.

Основными критериями обоснования превентивных мер защиты должны являться следующие [8]:

1) Критерий экономической обоснованности $\Delta W - C > 0$.

2) Критерий временной реализуемости $t_{реал} < t_{упр}$, т.е. время на реализацию мер защиты $t_{реал}$ должно быть меньше времени упреждения $t_{упр}$, обеспечиваемого системами предупреждения об угрозе. В противном случае при выполнении первого условия меры защиты реализуются возможно раньше.

3) Критерий достаточности: объем принимаемых мер защиты должен обеспечивать уровень безопасности, удовлетворяющий условию

$$Q_o(\Delta t) \leq (Q_o(\Delta t))_n, \quad (2)$$

где $(Q_o(\Delta t))_n$ – приемлемый уровень риска (индивидуальной вероятности смерти за интервал времени Δt от рассматриваемого источника опасности).

Исходя из этого условия проводится нормирование воздействующих на человека негативных факторов. В частности, устанавливаются пределы доз облучения, предельно допустимые концентрации и т.д.

Рассмотрим первое условие (рис. 1). Пусть C – экономический эффект от функционирования объекта за интервал времени Δt , W – математическое ожидание ущерба от аварий на объекте за тот же промежуток времени (если имеется информация о частоте λ аварий, то $W = \lambda \Delta t \cdot \bar{W}$, где \bar{W} – средний ущерб от одной аварии), а III – штрафные санкции за нарушение требований безопасности на объекте за тот же интервал времени. Если затраты на содержание системы безопасности (конкретные профилактические мероприятия) составят $\Delta C = C - C'$ где C' – экономический эффект от функционирования объекта с учетом затрат на содержание систем безопасности, то благодаря этому получим:

$$\Delta W = W - W' \quad (3)$$

$$\Delta III = III - III'$$

где: ΔW и ΔIII – предотвращенный ущерб и предотвращенные санкции в результате принятых профилактических мер, W' и III' – математическое ожидание ущерба от аварий и ожидаемый размер штрафных санкций и ущерба от них в случае реализации профилактических мер за интервал времени Δt .

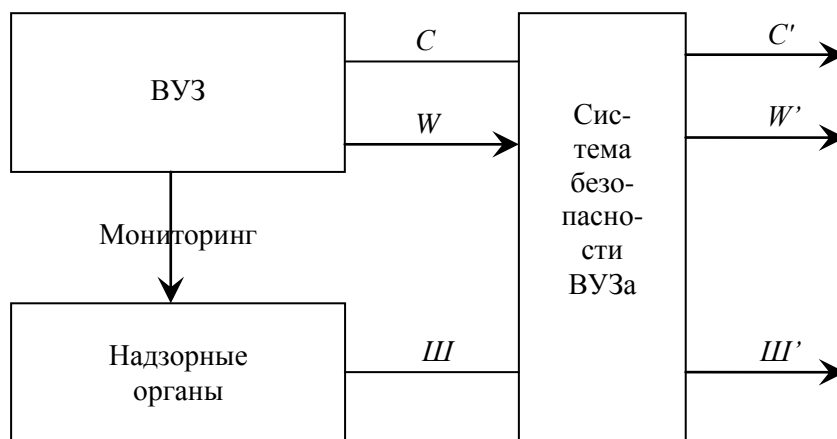


Рис. 1. Схема взаимодействия ВУЗа, систем его безопасности и надзорных органов

С учетом введенных обозначений условие продолжения функционирования ВУЗа запишется в виде:

$$C' - W' - Ш' > 0, \tag{4}$$

а условие целесообразности конкретных профилактических мер:

$$\Delta W + \Delta Ш - \Delta C > 0. \tag{5}$$

Обеспечение условий безопасного функционирования учебных заведений требует больших затрат поэтому простейшая оптимизационная задача теории безопасности и риска может состоять в минимизации общей начальной стоимости $C_0(a)$ систем жизнеобеспечения и безопасности в зависимости от конструктивных и режимных параметров a из допустимой области A при поддержании вероятности безаварийной

$$C_0(a) + C_9(a) + (1 - P(a))C_1(a) \rightarrow \min, P(a) \geq P_*; a \in A \tag{8}$$

где $C_9(a)$ – расходы, связанные с эксплуатацией систем; $C_1(a)$ – ущерб, связанный с авариями.

$$C_0 + C_9(a) + \sum_i (1 - P_i(a))C_i(a) \rightarrow \min, P_i(a) \geq P_*; a \in A \tag{9}$$

Здесь $P_i(a)$, $C_i(a)$ – вероятность i -ой аварий и величины связанного с ней ущерба.

Если безопасность учебного заведения может быть обеспечена без высоких затрат, то критерий наибольшей безопасности можно рассматривать без ограничений на стоимость. В результате приходим к задаче минимизации вероятности аварии:

$$1 - P(a) \rightarrow \min; a \in A. \tag{10}$$

Повышение безопасности осуществления учебно-воспитательного процесса требует целенаправленный расчет по многим направлениям, которые планируются на несколько лет вперед.

В связи с этим возникает задача оптимального распределения средств между различными направлениями и организационно – техническими мероприятиями. Для решения этих задач могут использоваться методы теории игр. Этот подход представляется особенно перспективным

работы $P(a)$ на уровне, не ниже минимально-допустимого P_* :

$$C_0(a) \rightarrow \min, P(a) \geq P_*, a \in A \tag{6}$$

Наряду с критерием минимальной стоимости, можно использовать сопряженный ему критерий максимальной безопасности:

$$P(a) \rightarrow \max, C_0(a) \leq C_*, a \in A \tag{7}$$

где C_* – максимальное допустимое значение стоимости.

Вместо начальной стоимости систем поддержания безопасности можно минимизировать сумму начальной стоимости (капитальных вложений) эксплуатационных расходов, а также возможного ущерба от аварий:

Если существует вероятность различных аварий с различными ущербами, то задача (8) может быть обобщена в виде:

при планировании мероприятий по минимизации ущерба от возможных чрезвычайных природных явлений в условиях непредсказуемости (неопределенности) сценариев развития неблагоприятных ситуаций.

При разработке планов ликвидации последствий возможных чрезвычайных ситуаций для оптимизации всевозможных перемещений людей, грузов, техники и т. д. необходимо использовать методы линейного программирования. При решении задач оптимального распределения ресурсов и средств между различными структурами в течение нескольких лет можно использовать модели динамического программирования.

Вывод. Несмотря на перспективность оптимизированных подходов к задачам безопасности и риска, их применение связано с рядом трудностей. Основными из них являются недо-

статочная разработанность экономических моделей, условный характер стоимостных показателей, трудности оценки вероятностей аварий, сопряженных с экологическим и социальным ущербом. Однако, в условиях рыночных отношений и жестких финансовых ограничений, развитие оптимизационных методов решения задач безопасности является безусловно актуальным.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплексная безопасность России - исследование, управление, опыт. Международный симпозиум сб. материалов. М: 2002. 398с.
2. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В. Системы управления рисками чрезвычайных ситуаций: методология. Белгород.: ООО «Планета -Полиграф», 2010. 164с.
3. Егоров Д.Е., Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г. Оптимизация распределения средств на предупреждение чрезвычайных ситуаций в высших учебных заведениях // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. Шухова. 2011. №3. С. 91-93.
4. Владимиров В.А., Измалков В.И. Измалков А.В. Оценка риска и управление техногенной безопасностью. М.: «Деловой Экспресс», 2002. 183с.
5. Акимов В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах: уч. пос. М.: «Деловой Экспресс», 2004. 352с.
6. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: Теория и практика. М.: Лукойл, 2000. 185с.
7. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68 - ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Собрание законодательства РФ, выпуск №35, 1994 г. ст. 3648.
8. Разработка математических и структурно-функциональных моделей систем управления рисками, предупреждения и ликвидации чрезвычайных и кризисных ситуаций, методик прогнозирования и оценки рисков и последствий чрезвычайных и кризисных ситуаций в системы высшего профессионального образования. // Отчёт по НИР БГТУ им. В.Г. Шухова, рук. В.Н. Шульженко. Белгород. 2006.