

УДК 614.8

ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Попов В.М., Чуб И.А., Новожилова М.В.

Национальный университет гражданской защиты Украины

e-mail: chubia@nuczu.edu.ua

В данной статье предлагается система показателей эффективности региональной системы техногенной безопасности, которая является функциональной подсистемой единой государственной системы гражданской защиты Украины.

Региональная система техногенной безопасности рассматривается как сложная организационно-техническая система, имеющую двухуровневую (региональный и объектовый) иерархическую структуру. Рассмотрены два аспекта понятия эффективности региональной системы техногенной безопасности – абсолютная и относительная эффективность. В соответствии с этим предложены две постановки оптимизационных задач повышения эффективности системы.

В соответствии с Кодексом гражданской защиты Украины проведен анализ двух режимов работы региональной системы техногенной безопасности: повседневный и режим чрезвычайной ситуации.

Выделены и формализованы частные критерии эффективности функционирования региональной системы техногенной безопасности, включающие критерии экономической, бюджетной, социальной, экологической эффективности, а также критерий инвестиционной привлекательности.

The system of efficiency criteria of a regional system of technological safety that is the functional subsystem of a unified state system of civil protection in Ukraine have been proposed in the paper.

The regional system of technological safety has been considered as a complex organizational and technical system, which has a two-level (regional and enterprise) hierarchical structure. We considered two aspects of the effectiveness concept for the regional system of technological safety - the absolute and relative ones. To this end two formulations of optimization problems concerning increasing the system efficiency have been proposed.

In accordance with the Codex of Civil Defense of Ukraine analysis of two operation modes of a regional system of technological safety, namely everyday and emergency mode has been carried out.

Identified and formalized are private efficiency criteria of a regional system of technological safety, including the criteria of economic, budget, social and ecological efficiency, as well as the criterion of investment attractiveness.

(Поступила в редакцию 26 сентября 2013 г.)

Введение

Реализацию государственной политики Украины в сфере гражданской защиты населения и территорий согласно недавно принятому Кодексу гражданской защиты Украины [1] призвана осуществлять единая государственная система гражданской защиты (ЕГСГЗ), состоящая из функциональных и территориальных подсистем и их звеньев. Одной из основных функций ЕГСГЗ является обеспечение техногенной безопасности, которая характеризует состояние защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера [1]. Подсистема ЕГСГЗ, выполняющая указанные функции на определенной территории (регионе) есть система техногенной безопасности региона (РСТБ). РСТБ представляет собой сложную организационно-техническую систему, имеющую как

минимум двухуровневую (региональный и объектовый) иерархическую структуру.

Нестабильность экономического положения Украины, техническое состояние оборудования (основных фондов) потенциально опасных объектов (ПОО), нарушения технологической дисциплины, отказы и неработоспособность технических средств автоматических систем безопасности, уменьшение численности кадрового обеспечения и финансирования подразделений Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям (ГСЧС Украины) – эти и другие условия определяют необходимость обеспечения приемлемого уровня техногенной безопасности региона на основе повышения эффективности как систем техногенной безопасности ПОО так и системы техногенной безопасности региона в целом.

Требования к региональной системе гражданской защиты, как к ее составу, так и к качеству управления, постоянно повышаются [1-3], что оказывает непосредственное влияние на уровень защиты здоровья и жизни населения и окружающей среды. Одним из условий является соответствие международным стандартам качества в данном виде деятельности, в частности, наличие комплекса инвестиционных альтернатив (на объектовом и региональном уровнях) и сценариев развития внешней среды, а также формальных средств оценки эффективности региональной системы гражданской защиты как целенаправленной системы [4].

С учетом вышесказанного, уровень $\mathfrak{Z}_{\text{РСТБ}}$ техногенной безопасности региона является функционалом вида $\mathfrak{Z}_{\text{РСТБ}} = \mathfrak{Z}(\mathfrak{R}, P, \omega)$, где \mathfrak{R} – многомерная оценка технического состояния множества ПОО, размещенных на территории региона, P – множество функциональных свойств РСТБ, ω – природно-географические и экономические особенности региона [5].

Задачи оценки эффективности деятельности ЕГСГЗ различных уровней – государственного, регионального, объектового – рассматриваются многими отечественными и зарубежными авторами [6-11]. Традиционная система оценки [2-3] носит констатирующий характер, опираясь на отчетные данные о количестве чрезвычайных ситуаций (ЧС), аварий и событий техногенного и природного характера, о величине прямого ущерба и количестве пострадавших. Такой подход не дает возможности оценить эффективность деятельности подсистем ЕГСГЗ в различных режимах ее функционирования в контексте характеристик региональной социально-экономической системы, динамики изменения ее состояния, в том числе состояния ресурсного потенциала собственно РСТБ.

Целью данной статьи является построение системы показателей эффективности деятельности РСТБ как подсистемы региональной социально-экономической системы с учетом ее состава и структуры.

Анализ предыдущих исследований

Различные аспекты оценки деятельности органов и подразделений гражданской защиты Украины активно обсуждаются в научной литературе, что свидетельствует об актуальности рассматриваемой проблемы. В работе [12] рассматривается возможность использования идеологии риск-менеджмента для оценки деятельности подразделений гражданской защиты. Исходя из концептуального представления системы гражданской защиты как важного механизма влияния на величину риска потерь от ЧС, авторы рассматривают два показателя оценки деятельности – снижение вероятности возникновения ЧС (для подразделений гражданской защиты, на которые возложено задание предупреждения ЧС), а также снижение потерь от ЧС – для подразделений, призванных осуществлять ликвидацию ЧС.

Техногенная ситуация продуцируется социально-экономической региональной системой, при этом, как показывает анализ [1-2], основной причиной техногенных аварий и катастроф наряду с человеческим фактором, является состояние основных фондов мегаполиса.

В работе [10] проводится анализ и интерпретация подхода к оценке эффективности

мероприятий гражданской защиты (ГО), основанного на расчете приращения величины предотвращенного ущерба.

В работе [13] проводится исследование задачи применения аппарата экспертного оценивания текущего состояния городской инфраструктуры с целью определения влияния опасностей различной природы при наличии типовых групп объектов (жилых, административных, промышленных) в административных районах города.

В работе [14] рассмотрена динамическая модель потенциально опасного объекта без учета и с учетом активного воздействия на него на основе использования метода переменных состояния.

В интересной работе [15] рассматриваются вопросы экономического анализа хозяйственной деятельности органов управления и подразделений гражданской защиты, которые предоставляют общественные услуги и содержатся за счет государственного бюджета.

Вопросам оценки эффективности систем безопасности различных объектов посвящен ряд работ [16-22]. В монографии [20] обобщен опыт американских специалистов в указанной области. Рассматриваются такие методы оценки эффективности систем безопасности и риска их функционирования, как метод деревьев отказов (FTA); метод деревьев событий (ETA); метод анализа опасности и работоспособности (HAZOR); метод проверочного листа (Check-list); топологические методы; ГО – технологии и другие.

В работе [21] для решения задач оценки эффективности систем безопасности предлагается использовать логико-вероятностное моделирование.

В работе [19] под эффективностью системы безопасности понимается вероятность безопасного состояния системы в рамках построенного сценария развития опасности.

На сегодня достаточно полно разработаны несколько частных критериев, позволяющих так или иначе оценить экономическую эффективность функционирования различных систем техногенной, в том числе и пожарной, безопасности:

- критерий максимума среднегодового предотвращения ущерба, предложенный Шепитько Г.Е. [24, 25];
- критерий экономии от ущерба Абалмазова Э.И. [26];
- критерий минимизации суммарных затрат на оснащение и эксплуатацию систем пожарной безопасности, разработанный в Академии ГПС России под руководством Топольского Н.Г. [27-29].

С показателями, характеризующими экономическую эффективность систем безопасности, тесно связана проблема их оптимизации по критерию «эффективность-стоимость». В общей форме задача синтеза систем безопасности, оптимальных по указанному критерию, изложена в [22]. В зависимости от целей системы и особенности системы ограничений оптимизационная задача формулируется в двух вариантах:

- оптимизация по стоимости (затратам) при наложении ограничений на вероятность успешного функционирования системы безопасности;
- оптимизация по вероятности успешного функционирования системы безопасности при наложении ограничений на затраты.

При формировании обобщенного показателя, отражающего эффективность функционирования системы в целом часто используют аддитивный и мультипликативный виды свертки [16, 30, 31].

Изложение основного материала

Пусть $s = (s_1, s_2, \dots, s_K)$ – K -мерная переменная, количественно определяющая некоторый вариант параметров РСТБ как сложной целенаправленной технической системы.

Компоненты вектора s заданы на структуре $W^{\text{РСТБ}} = (M^{\text{РСТБ}} \times R^{\text{РСТБ}})$, где $M^{\text{РСТБ}}$ – дискретное множество всех возможных элементов системы, упорядоченное с помощью

множества отношений R^{PCTB} [4,5].

При этом PCTB характеризуется конечным множеством свойств

$$P^{PCTB} = \{p_1^{PCTB}, p_2^{PCTB}, \dots, p_{\Omega}^{PCTB}\},$$

каждое из которых характеризует частичное (локальное) функциональное качество, а вместе они достаточно полно определяют PCTB как целое.

Результатом деятельности PCTB, и ее объектовых служб есть предоставление предприятиям и населению региона определенного набора услуг, которые характеризуются следующими свойствами:

- уникальность – в смысле невозможности сравнения с услугами, предоставляемыми коммерческими организациями;
- необходимость работы в нескольких режимах – повседневного (максимум услуг) и режима ЧС (минимум убытков);
- смешанный характер финансирования на региональном и объектовом уровнях (предприятия могут отнести затраты на себестоимость);
- зависимость характера услуги от состояния основных фондов и вида деятельности ПОО;
- вероятностный характер момента наступления предоставления услуги в режиме ЧС.

Введем в рассмотрение два понятия эффективности PCTB.

Определение 1. Под эффективностью PCTB (абсолютной) будем понимать степень соответствия параметров PCTB требованиям внутренней и внешней среды региональной социально-экономической системы: население, контролирующие органы, руководство предприятий, государство.

Определение 2. Под эффективностью PCTB (относительной) в отношении территории будем понимать величину $\Delta E = E_E - E_0 = \Phi(\mathfrak{Z}_{PCTB})$, где E_E, E_0 – оптимальный и начальный (или текущий) уровни развития региона соответственно.

Проведенный анализ предметной области позволил выделить следующие критерии эффективности PCTB:

- экономическая эффективность $E_p(s,t)$, рассматриваемая с позиций эффективности использования бюджетных средств и средств предприятий в соответствии с двухуровневой структурой PCTB «регион-предприятие»;
- бюджетная эффективность $E_b(s,t)$ (с точки зрения интересов наполняемости бюджета региона);
- социальная эффективность $E_c(s,t)$ (с позиций влияния на условия жизнедеятельности);
- экологическая эффективность $E_3(s,t)$ (с точки зрения влияния объектов защиты на окружающую среду);
- инвестиционная привлекательность региона $E_{инп}(s,t)$ (с целью обеспечения конкурентоспособности региона и соответствия международным стандартам качества жизни населения).

При этом параметр t определяет время выполнения работ по совершенствованию PCTB.

Таким образом, сформирован векторный критерий эффективности $E_{PCTB}(s,t) = \{ (E_p(s,t), E_b(s,t), E_3(s,t), E_c(s,t), E_{инп}(s,t)) \}$.

Одной из базовых методик решения многокритериальных задач является сведение последней к однокритериальной (набору однокритериальных) на основе применения различных видов свертки. Так, линейная свертка [23] частных критериев эффективности $\{ (E_p(s,t), E_b(s,t), E_3(s,t), E_c(s,t), E_{инп}(s,t)) \}$ в данном случае будет иметь вид

$$E_{PCTB}(s,t) = \lambda_1 \cdot E_p(s,t) + \lambda_2 \cdot E_6(s,t) + \lambda_3 \cdot E_9(s,t) + \lambda_4 \cdot E_c(s,t) + \lambda_5 \cdot E_{ин}(s,t), \quad (1)$$

где $\lambda_i, i = 1, 2, \dots, 5$ – весовые коэффициенты важности частных критериев, которые определяются лицом, принимающим решение (ЛПР) или генезисом внешней среды.

Если приведенные частные критерии одинаково важны для ЛПР, то в этом случае $\lambda_i = 0,2$.

Следовательно, задача определения оптимальной структуры РСТБ может быть представлена в двух постановках:

Постановка 1. Определить структуру РСТБ, которой соответствует оптимальное значение критерия эффективности в смысле Определения 1.

Математическая модель данной задачи имеет следующий вид:
найти:

$$(s^*, t) = \arg \underset{s \in G \subset W}{extr} E_{PCTB}(s, t), \quad (2)$$

где s^* – K -мерный вектор оптимальных параметров РСТБ;
 t – время выполнения работ по совершенствованию РСТБ;
 W – множество всех возможных вариантов параметров системы;
 G – множество допустимых решений параметров s .

Область G формируется набором $\aleph(s,t) \leq 0$ геометрических, финансовых, нормативных ограничений на возможные значения параметров $s_k, k=1, 2, \dots, K$. При этом необходимо учитывать ограниченный объем ресурсов, выделяемых на поддержку функционирования системы, в первую очередь время, вероятностный характер воздействий внешней среды и т. д.

В качестве параметров $s = \{s_1, s_2, \dots, s_K\}$ выступают характеристики ресурсного потенциала РСТБ: материальное, техническое, кадровое, финансовое обеспечение и т. д.

Постановка 2. Определить структуру и состав РСТБ, которым соответствует оптимальное значение критерия эффективности функционирования системы в смысле Определения 2.

Математическая модель данной задачи имеет следующий вид:
Необходимо определить:

$$(s^*, t) = \arg \underset{s \in \bar{G} \subset W}{extr} \Delta \Xi(s, t). \quad (3)$$

Множество \bar{G} допустимых решений формируется системой

$$\begin{cases} \aleph(s, t) \leq 0 \\ E_p(s, t) \geq E_p^{inv} \end{cases} \quad (4)$$

где E_p^{inv} – определенный бюджетом (и возможностями предприятий) уровень экономической эффективности системы.

Отметим, что уровень Ξ развития региона прямо пропорционален уровню \aleph_{PCTB}

техногенной безопасности региона. Анализ имеющихся статистических данных, включая соответствующие статьи бюджетов ведущих областей России и Украины за последние 5 лет, проведенный при структурной идентификации зависимости $\Phi(\mathcal{T}_{\text{РСТБ}})$, показывает, что хорошим приближением может служить логистическое отображение.

При формировании множества управляемых параметров $s = \{s_1, s_2, \dots, s_K\}$ необходимо учесть следующие факторы:

1. Величина K определяет размерность оптимизационной задачи повышения эффективности РСТБ;
2. РСТБ имеет иерархическую двухуровневую структуру, поэтому структура множества $s = \{s_1, s_2, \dots, s_K\}$ является нелинейной, а матрица коэффициентов ограничений – блочной;
3. В зависимости от режима функционирования РСТБ имеет различные задачи, для решения которых объективно необходимы различные типы ресурсов, т. е. различные компоненты множества s .

Далее будем полагать записи $E_q(s, t)$ и E_q эквивалентными для $q \in \{p, б, с, э, ип\}$. Рассмотрим формирование частных критериев эффективности.

Частный критерий социальной эффективности $E_c(s, t)$ РСТБ характеризует степень соответствия системы социальным нормам и стандартам. При этом возможны две формы представления данного критерия. Во-первых, социальную эффективность РСТБ следует рассматривать как повышение уровня социальных стандартов населения данного региона, а во-вторых, как соответствие современным нормам труда персонала предприятий, содержащих ПОО.

Множество критериев социальной эффективности РСТБ содержит следующие частные критерии

$$E_c \in \{E_{c1}, E_{c2}, E_{c3}, E_{c4}, E_{p5}, E_{p6}, E_{p7}, K_{p8}\}, \quad (5)$$

где E_{c1} – степень безопасности условий труда работников;

E_{c2} – критерий аварийности. В Харьковском регионе может быть выражен как частота обращения населения (количество звонков/ед.времени) в службу 112;

E_{c3} – характеристика структуры производственного персонала;

E_{c4} – отсутствие жалоб и положительные отзывы граждан о деятельности системы;

E_{c5} – мнение экспертов об общественной полезности и эффективности деятельности системы;

E_{c6} – критерий расширения спектра услуг, кол-во услуг; формализует появление новых видов услуг;

E_{c7} – критерий модернизации, % – оценка мер, которые проводятся предприятиями и регионом для повышения уровня техногенной безопасности и улучшения экологической обстановки в регионе. Характеризует степень отклонения параметров от нормативных или лучших в мировой практике;

E_{c8} – критерий стабильности, мес. – отображает период времени, на протяжении которого уровень техногенной и экологической безопасности региона, обеспечиваемый РСТБ, соответствует нормативным требованиям.

При стоимостной оценке частных критериев $\{E_{c1}, E_{c2}, E_{c3}\}$ допустимо использование норматива оценки 1 человеко-часа экономии в размере 50 % среднечасовой заработной платы по контингенту трудоспособного населения, которого касается реализация элементов системы.

Частный критерий инвестиционной привлекательности $E_{ип}(s, t)$ является компонентой комплексной эффективности РСТБ с точки зрения обеспечения конкурентоспособности и создания инвестиционной привлекательности региональной

социально-экономической системы и повышения рекреационных свойств региона.

Повышение уровня техногенной безопасности региона является необходимым условием его инвестиционной привлекательности, особенно для иностранных инвесторов и транснациональных компаний, что в конечном итоге обеспечивает экономический рост региона.

Компонента инвестиционной привлекательности имеет вид:

$$E_{инп} \in \{ E_{инп1}, E_{инп2}, E_{инп3} \}, \quad (6)$$

где $E_{инп1}$, $E_{инп2}$ – частные критерии, характеризующие степень соответствия основных расчетных показателей – время выполнения соответствующих работ и общая стоимость работ с учетом сложности – нормативным значениям;

$E_{инп3}$ – группа критериев, описывающих степень инновационности системы, в том числе степень применения инновационных (ресурсосберегающих) технологий техногенной безопасности, инновационных строительных материалов, современных архитектурно-конструктивных решений и т. п.

Формализация экологической составляющей $E_э(s,t)$. Под экологической эффективностью РСТБ понимают минимизацию влияния ПОО на внешнюю среду и население региона.

Экологическое благополучие региона – один из важнейших показателей качества жизни населения данной территории.

В Харьковском регионе наибольшую опасность для территории и населения представляют радиационная, химическая опасность, а также опасность загрязнения компонентов природной среды [2,3].

В общем виде частные критерии экологической составляющей $E_э$ могут быть представлены как

$$E_э \in \{ E_э^П, E_э^Ф, E_э^Б \} = \{ (E_{э1}^П, E_{э2}^П, \dots, E_{m_{п1}}^П), (E_{э1}^Ф, \dots, E_{э4}^Ф), (E_{э1}^Б, E_{э2}^Б, E_{э3}^Б) \}, \quad (7)$$

где вектор $E_э^П \in (E_{э1}^П, E_{э2}^П, \dots, E_{m_{п1}}^П)$ характеризует уровень токсичных примесей в воздухе, причем $E_{э1}^П$ – уровень оксида углерода CO, $E_{э2}^П$ – уровень диоксида серы SO₂, $E_{э2}^П$ – уровень оксида азота NO и т. п.;

вектор $E_э^Ф \in (E_{э1}^Ф, \dots, E_{э4}^Ф)$ характеризует уровень различных типов физического загрязнения: $E_{э1}^Ф$ – уровень шумового загрязнения, $E_{э2}^Ф$ – уровень теплового загрязнения, $E_{э3}^Ф$ – уровень светового загрязнения, $E_{э4}^Ф$ – уровень радиационного загрязнения;

вектор $E_э^Б \in (E_{э1}^Б, E_{э2}^Б, E_{э3}^Б)$ характеризует уровень различных типов биологического загрязнения.

Заметим, что критерий (7) имеет иерархическую структуру.

При формировании критерия экономической (финансовой) эффективности $E_p(s,t)$ необходимо рассмотреть концепцию смешанного критерия эффективности, так как привлекаются как бюджетные средства, так и средства предприятий региона в соответствии с двухуровневой структурой РСТБ «регион-предприятие». В данной работе ограничимся рассмотрением критерия эффективности использования бюджетных средств. Общие подходы управлением средствами предприятий изучены в фундаментальной работе [34].

Основную сложность при решении данной задачи создает то обстоятельство, что на законодательном уровне понятие эффективности использования бюджетных средств (в любом виде экономической деятельности – здравоохранение, библиотечное дело, образование, и т. д.) не утверждено. Принимая во внимание мнение специалистов и анализируя соответствующие статьи Бюджетного кодекса Украины, а также Бюджетного кодекса Российской Федерации, под эффективностью расходования бюджетных средств следует понимать достижение поставленных целей и задач в рамках реализации государственных программ путем соотношения полученного результата и произведенных затрат. Соответственно, критерии эффективности характеризуют объем произведенных расходов на предоставленные государством услуги (выполненные работы). Другими словами, предусматривается реализация так называемой результативной модели [35] управления бюджетными средствами.

Следовательно, критерий $E_p(s,t)$ экономической эффективности содержит два множества частных критериев, используемых в зависимости от режима функционирования РСТБ вида

$$E_p = \{ E_p^{\text{НОРМ}}, E_p^{\text{ЧС}} \}, \quad (8)$$

где $E_p^{\text{НОРМ}} \in \{ E_{p1}^{\text{НОРМ}}, \dots, E_{p5}^{\text{НОРМ}} \}$ – множество критериев экономической эффективности в повседневном режиме функционирования РСТБ (при отсутствии ЧС), причем

$E_{p1}^{\text{НОРМ}}$ – частный критерий удельной затратности, характеризующий затраты на предоставление единицы услуги по защите населения и территории от возможных ЧС и предотвращения их появления;

$E_{p2}^{\text{НОРМ}}$ – затраты на обеспечение пожарной и техногенной безопасности профилактики чрезвычайных ситуаций;

$E_{p3}^{\text{НОРМ}}$ – затраты на обеспечение государственного надзора за выполнением требований законодательства в сфере техногенной (в том числе пожарной) безопасности на региональном и объектовом уровнях;

$E_{p4}^{\text{НОРМ}}$ – критерий необходимого объема ресурсов для обеспечения нормативного уровня защищенности населения и территорий. Данный критерий допускает иную формулировку, в случае, если рассматриваются удельные затраты ресурсов в общей структуре затрат на производство услуги;

$E_{p5}^{\text{НОРМ}}$ – расходы на 1 грн. предоставленных услуг;

$E_p^{\text{ЧС}}$ – множество частных критериев экономической эффективности функционирования РСТБ в режиме ЧС, среди которых затраты на ликвидацию ЧС, затраты на обеспечение деятельности аварийно-спасательных служб по спасению населения и его защите от влияния опасных факторов ЧС.

Заключение

Проведен анализ РСТБ как одной из важнейших подсистем социально-экономической системы региона, определяющих его устойчивое развитие. Предложенная система частных критериев эффективности РСТБ в контексте социально-экономической региональной системы составляет векторную оценку условий существования (качества жизни) населения и позволяет проследить динамику их изменения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України / Урядовий кур'єр від 29.11.2012 — № 220.
2. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2004 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2011. – 360 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2011.html
3. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2012 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2012. – 375 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2012.html
4. Чуб, И.А. Модель адаптивной системы техногенной безопасности региона / И.А. Чуб, М.В. Новожилова, В.М. Попов // Системы обработки информации. – 2012. – Вып. 6 (104). – С. 248– 252.
5. Чуб, И.А. Концептуальное представление системы техногенной безопасности региона / И.А. Чуб, М.В. Новожилова, В.М. Попов // Системы обработки информации. – 2012. – Вып. 9 (107). – С. 201-205.
6. Оцінка небезпеки населення регіонів України як критерій ефективності державної системи цивільного захисту / О.А. Левтеров, Д.В. Олійник, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2010. – № 12. – С. 92-103.
7. Порфирьев, Б.Н. Совершенствование управления региональной безопасностью в природно-техногенной сфере / Б.Н. Порфирьев // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2004. – № 3. – С. 3-30.
8. Бурков, В.Н. Задачи оптимального управления промышленной безопасностью/ В.Н. Бурков, А.Ф. Грищенко, О.С. Кулик // М.: ИПУ РАН. – 2000. – 70 с.
9. Аналіз хімічно небезпечного стану регіонів України / Ю.О. Абрамов, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2006. – № 4. – С. 16-28.
10. Семкив О.М. Оценка эффективности мероприятий системы гражданской обороны на основе показателей ее состояния/ О.М. Семкив, В.В. Барбашин // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2010. – Вып. 12. – С. 143-148.
11. Богатырев, Э.Я. Оценка эффективности действий сил гражданской обороны при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций / Э.Я. Богатырев // Сб. материалов Центра стратегических исследований гражданской защиты МЧС России. – 2001. – Вып. 9. – С. 52-58.
12. Альбошій, О.В. Показники результатів роботи підрозділів цивільного захисту як функція динаміки техногенних ризиків / О.В. Альбошій, А.А. Лазарев // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2010. – Вып. 11. – С. 8-13.
13. Оцінка небезпеки міської інфраструктури в рамках понятивного апарату системи інтегральної безпеки / С.В. Білецький, О.Ю. Кірочкін, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2010. – Вып. 11. – С. 21-28.
14. Поспелов, Б.Б. Системные модели состояния опасных объектов техногенного и природного характера/ Б.Б. Поспелов, Р.И. Шевченко, А.Н. Коленов // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2013. – Вып. 17. – С. 113-125.
15. Альбошій, О.В. Оцінювання ефективності роботи органів управління та підрозділів цивільного захисту / О.В. Альбошій, А.А. Федцов// Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2010. – Вып. 12. – С. 3-8.
16. Панин, О.А. Проблемы оценки эффективности функционирования систем физической защиты объектов / О.А. Панин // БДИ. – 2007. – № 3. – С. 23-27.
17. Топольский, Н.Г. Анализ эффективности функционирования автоматизированных интегрированных систем безопасности критически важных объектов / Н.Г. Топольский, И.Ю. Святенко, А.Л. Холостов // Технологии техногенной безопасности. 2007. – № 1. – С. 7-12.
18. Звездинский, С.И. Победа любой ценой / С.И. Звездинский, В.С. Иванов // БДИ. – 2005. – № 5. – С. 43-52.
19. Панин, О.А. Как измерить эффективность. Логико-вероятностное моделирование в задачах оценки систем физической защиты / О.А. Панин // БДИ. – 2008. – № 2. – С. 20-24.
20. Гарсия М. Проектирование и оценка систем физической защиты. – М.: Мир, 2003. – 369 с.

21. Иванов, В.С. Оценка эффективности технических решений по обеспечению безопасности промышленных объектов / В.С. Иванов // БДИ. – 2005. – № 4. – С. 22-28.
22. Бояринцев А.В., Бражник А.Н., Зуев А.Г. Проблемы антитерроризма: Категорирование и анализ уязвимости объектов. – СПб: ИСТА Систем, 2006. – 423 с.
23. Петров Е.Г., Новожилова М.В., Гребенник І.В. Методи та засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах – Київ: Техніка. – 2003. – 240 с.
24. Шепитько, Г.Е. Проблемы безопасности объектов / Г.Е. Шепитько, И.И. Медведев. – М.: Академия экономической безопасности МВД России, 2005. – 120 с.
25. Буцынская, Т.А. Метод оценки эффективности системы пожарной безопасности промышленного предприятия / Т.А. Буцынская, М.В. Землянухин // Пожаровзрывобезопасность. – 2006. – № 4. – С. 58-61.
26. Абалмазов, Э.И. Декомпозиция и композиция систем безопасности / Э.И. Абалмазов, М.Э. Кротова // Системы безопасности, связи и телекоммуникации. – 1995. – № 6. – С. 19-21.
27. Абросимов, А.А. Автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств / А.А. Абросимов, Н.Г. Топольский, А.В. Федоров. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 239 с.
28. Топольский, Н.Г. Анализ эффективности функционирования автоматизированных интегрированных систем безопасности критически важных объектов / Н.Г. Топольский, И.Ю. Святенко, А.Л. Холостов // Технологии техногенной безопасности. – 2007. – № 1. – С. 7-12.
29. Топольский, Н.Г. Оптимизация состава и структуры многофункциональных модулей систем интегральной безопасности / Н.Г. Топольский, В.Л. Иванников, А.Н. Членов // Актуальные проблемы предупреждения и тушения пожаров на объектах и в населенных пунктах. Пожарная безопасность: науч.-практ. конф.: тез. докл. – М.: ВИПТШ МВД РФ, 1996. – С. 60-63.
30. Гермейер, Ю.Б. Введение в теорию исследования операций / Ю.Б. Гермейер. – М.: Наука, 1971. – 384 с.
31. Ларичев, О.И. Количественные методы принятия решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. – М.: Физматлит, 1996. – 208 с.
32. Белоусов, К.Н. Алгоритмическое и программное обеспечение процедуры оценки систем пожарной автоматики на промышленных предприятиях: автореф. дисс. на ... канд. техн. наук. – Иркутск, 2008. – 18 с.
33. Whitt R., Report recommendations for improvement safety control systems / Whitt R., Ayrat T. Baker // Oil Technology. 2008. – № 3. – P. 81-83.
34. Модели и механизмы управления безопасностью / В.Н. Бурков, Е.В. Грацианский, С.И. Дзюбко, А.В. Щепкин. – М. Препринт / Институт проблем управления. – 2001. – 140 с.
35. Сильвестрова Т. Критерии оценки эффективности использования бюджетных средств при современной модели управления бюджетными ресурсами / Т. Сильвестрова // Актуальные вопросы бухгалтерского учета и налогообложения. – 2006. – № 4. – С. 36-40.