

*Н.А. Брынза, к.т.н., доцент, ХНЭУ,
В.В. Комяк, к.т.н., н.с., НУГЗУ,
В.П. Писклакова, к.т.н., вед. науч. сотр., ХНУРЭ*

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМЫ БОРЬБЫ С ПОЖАРАМИ ГОРОДОВ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

(представлено д-ром техн. наук Соболев А.Н.)

В работе рассмотрен подход к управлению устойчивым функционированием системы на примере функционирования подсистемы борьбы с пожарами городов и населенных пунктов сельской местности.

Ключевые слова: управление устойчивым функционированием системы, риск, интервальный риск.

Постановка проблемы. Термин “устойчивое развитие” получил широкое распространение после публикации доклада “Наше общее будущее” Международной комиссией по окружающей среде и развитию [1]. Рассматриваемое понятие было введено для взаимоотношений человека, общества и природы.

Важнейшим критерием устойчивого развития в мире является достижение стратегического баланса между деятельностью человека и поддержанием воспроизводящих возможностей биосферы.

Для перехода к устойчивому развитию необходимы управленческие решения и действия, которые должны с опережением приниматься в условиях риска и неопределенности. Управление должно исходить из принципа упреждения (предосторожности). Этот принцип – конкретное выражение необходимости опережающих действий по предупреждению экологической катастрофы, по иным глобальным проблемам: “... планированию демографических процессов; по решению проблем безопасности... При этом не следует всегда ставить во главу угла принцип экономической эффективности”.

Среди индикаторов устойчивого развития выделяют 3 группы: экономические, социальные и экологические.

При решении проблем развития народного хозяйства исходят из приоритета безопасности населения и охраны его здоровья. В решении перечисленных задач важная роль отводится специфической, сложной социально-экономической подсистеме обеспечения пожарной безопасности (СОПБ) [2]. Важной проблемой является устойчивое функционирование СОПБ, которая взаимодействует со всеми элементами народнохозяйственного комплекса, обеспечивает безопасность трудовых процессов и среды обитания, непрерывно меняющихся и усложняющихся под воздействием научно-технического прогресса.

Анализ последних исследований и публикаций. Для предупреждения возникновения пожаров и успешной их ликвидации разработано ряд норм [3], выполнение которых приводит к устойчивому функционированию (развитию) рассматриваемой подсистемы. Рассмотрим на примере анализа работы подсистемы борьбы с пожарами вопросы формализации риска уровня пожарной опасности городов и населенных пунктов сельской местности, создаваемого принципом упреждения в результате выполнения норм пожарной безопасности.

В работе [4] отмечается, что риск в зависимости от многих факторов может изменять свои значения, т.е. допускает определенную динамику изменения. Если выявить роль отдельных факторов, которые определяют уровень рисков, то можно целенаправленно влиять на эти факторы, т.е. управлять риском. Таким образом, через управление рисками можно уменьшать уровень определенной опасности, и, в свою очередь, повышать уровень безопасности объекта защиты.

Постановка задачи и ее решение. Таким образом, необходимо найти минимальный риск, повышающий уровень безопасности объекта защиты (обеспечивающий его устойчивое функционирование)

$$R = \sum_{i=1}^3 \lambda^{(ijrk)} R^{(ijrk)} \sum_{j=1}^J \lambda^{(jrk)} R^{(jrk)} \sum_{r=1}^{RR} \lambda^{(rk)} R^{(rk)} \sum_{k=1}^K \lambda^{(k)} R^{(k)} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где (1) – обобщенная оценка [5] трехфакторного риска (экономического, социального, экологического),

$$\begin{aligned} R^{(jrk)} &= \sum_{i=1}^3 \lambda^{(ijrk)} R^{(ijrk)}, \sum_{i=1}^3 \lambda^{(ijrk)} = 1, R^{(rk)} = \sum_{j=1}^J \lambda^{(jrk)} R^{(jrk)}, \sum_{j=1}^J \lambda^{(jrk)} = 1, \\ R^{(k)} &= \sum_{r=1}^{RR} \lambda^{(rk)} R^{(rk)}, \sum_{r=1}^{RR} \lambda^{(rk)} = 1, R^{(k)} = \sum_{r=1}^{RR} R^{(rk)}, \sum_{r=1}^{RR} \lambda^{(rk)} = 1, \\ R &= \sum_{k=1}^K \lambda^K R^{(k)}, \sum_{k=1}^K \lambda^K = 1, \end{aligned}$$

j – количество рассматриваемых чрезвычайных ситуаций, RR – количество подсистем пожарной безопасности, K – количество противопожарных ограничений, невыполнение которых приводит к увеличению риска, и как следствие к экономическим и социальным потерям. Заметим, что коэффициенты $\lambda^{(ijrk)}$ в модели (1) выполняют две функции: приводят разнородные величины к одной размерности; учитывают различную относительную важность разнородных эффектов. Как правило, метод получения этих коэффициентов основан на интроспективном анализе, т.е. процедуре экспертного оценивания [6].

В качестве локальных рисков $R^{(k)}$, характеризующих неустойчивое развитие рассматриваемой подсистемы, можно выделить следующие риски:

1)ресурсный риск системы (недостаточное количество пожарных подразделений, и как следствие: задержка по времени прибытия первого пожарного подразделения, наличие незащищенных зданий и жителей, проживающих в них, плохую связь для экстренного вызова подразделений и т.д.);

2)риск, вызванный нерациональным размещением пожарных подразделений в зоне защиты.

Рассмотрим эти риски более подробно. К первой группе рисков можно отнести:

$R^{(1)}$ – риск, вызванный несвоевременным прибытием первого пожарного подразделения на пожар (ресурсный риск)

$$R^{(1)} = 1 - \frac{T_n}{T_i},$$

где $T_i = \max\{T_n, T_i^{(1)}\}$, $T_i^{(1)}$ – фактическое время прибытия, которое рассчитывается исходя из количества пожарных подразделений и их мест дислокации, T_n - нормированное для городов и необходимое расчетное время прибытия для рассматриваемой сельской местности района [7].

$R^{(2)}$ – риск, вызванный тем, что ряд зданий жилого сектора не защищены (не находятся в зонах защиты) пожарными подразделениями

$$R^{(2)} = 1 - \frac{N_2}{N_*},$$

где N_* , N_2 – соответственно количество зданий в районе и находящихся в зоне защиты;

$R^{(3)}$ – риск гибели людей, вызванный тем, что они проживают в незащищенной пожарными подразделениями районе

$$R^{(3)} = 1 - \frac{M_3}{M_*},$$

где M_* , M_3 – соответственно количество жителей района и проживающих в зоне защиты;

$R^{(4)}$ – риск ущерба, вызванный несвоевременным поступлением вызова

$$R^{(4)} = 1 - \frac{t_n}{t_\phi^4},$$

где $t_\phi^4 = \max\{t_n, t_\phi\}$, t_n, t_ϕ – соответственно нормированное и фактическое время оповещения о пожаре.

$R^{(5)}$ – риск, вызванный недостаточным количеством техники для локализации и ликвидации пожара,

$$R^{(5)} = 1 - \frac{N^{(5)}}{N},$$

где N – требуемое количество техники, $N^{(5)}$ – фактически задействованное количество техники.

К второй группе рисков можно отнести:

$R^{(6)}$ – риск, вызванный не учетом пожароопасных объектов, который выражается в несоблюдении максимальных расстояний до них

$$R^{(6)} = 1 - \frac{l_n}{l_1^6}, l_1^6 = \max(l_n, l_6),$$

где l_6, l_n – фактическое и нормированные расстояния до перечисленных пожароопасных объектов, соответственно;

$R^{(7)}$ – риск, вызванный не учетом плотности населения

$$R^{(7)} = \frac{\max_j (M_{1j}l_{1j} + M_{2j}l_{2j} + \dots + M_{k_j}l_{k_j})_i - \min_i \max_j (M_{1j}l_{1j} + M_{2j}l_{2j} + \dots + M_{k_j}l_{k_j})}{\max_i \max_j (M_{1j}l_{1j} + M_{2j}l_{2j} + \dots + M_{k_j}l_{k_j}) - \min_i \max_j (M_{1j}l_{1j} + M_{2j}l_{2j} + \dots + M_{k_j}l_{k_j})},$$

либо $R^{(7)} = 1 - \frac{\max_j (M_{1j}l_{1j} + M_{2j}l_{2j} + \dots + M_{k_j}l_{k_j})_i}{\max_i \max_j (M_{1j}l_{1j} + M_{2j}l_{2j} + \dots + M_{k_j}l_{k_j})},$

где $M_{j_{k_j}}$ – количество населения, которое проживает по j -той трассе на k_j -той дороге от места размещения пожарного подразделения (x_i, y_i) до максимально удаленного возможного очага пожара на ней, l_{k_j} – длина k_j -того участка дороги от (x_i, y_i) до конца рассматриваемой l_j дороги.

$R^{(8)}$ – риск ущерба, вызванный неучетом плотности застройки

$$R^{(8)} = \frac{\max_j (N_{1j}l_{1j} + N_{2j}l_{2j} + \dots + N_{k_j}l_{k_j})_i - \min_i \max_j (N_{1j}l_{1j} + N_{2j}l_{2j} + \dots + N_{k_j}l_{k_j})}{\max_i \max_j (N_{1j}l_{1j} + N_{2j}l_{2j} + \dots + N_{k_j}l_{k_j}) - \min_i \max_j (N_{1j}l_{1j} + N_{2j}l_{2j} + \dots + N_{k_j}l_{k_j})},$$

где $N_{j_{k_j}}$ количество сооружений, которое находится на j -той трассе по k_j -той дороге от места размещения пожарного подразделения

$(x_i, y_i), i = 1, 2, \dots$ до максимально удаленного возможного очага пожара на ней, l_{k_j} – длина k_j -того участка дороги от (x_i, y_i) до конца рассматриваемой l_j дороги.

$R^{(9)}$ – риск, вызванный не учетом качества дорог

$$R^{(9)} = \frac{\max_j (T_j - T_{j(\min)})}{\max_j (T_{j(\max)} - T_{j(\min)})},$$

где T_j – нормированное для города и расчетное время движения по j -той трассе от места размещения пожарного подразделения до максимально удаленного возможного очага пожара зоны защиты на ней [7], $T_{j(\min)}, T_{j(\max)}$ – расчетное время движения по j -той трассе для случаев дорог соответственно с твердым покрытием и грунтовых дорог.

Поскольку интерес представляет интервальный риск, в рамках которого возможно устойчивое функционирование (развитие) системы, в частности, экологической ее составляющей – подсистемы борьбы с пожарами, то необходимо найти минимальный уровень риска определенной опасности, создаваемой принципом упреждения в результате выполнения норм пожарной безопасности на объекте защите, т.е.:

$$\mathbf{R} = \sum_{i=1}^3 \lambda_{(ijrk)} \mathbf{R} \sum_{j=1}^J \lambda_{(jrk)} \mathbf{R} \sum_{r=1}^{RR} \lambda_{(rk)} \mathbf{R} \sum_{k=1}^K \lambda_{(k)} \mathbf{R} \rightarrow \min \quad (2)$$

где знаком « \rightarrow » отмечены интервальные неопределенные величины различного вида.

В модели (2) учитываются неопределенности исходных данных рассматриваемой задачи. Источниками неопределенности являются: во-первых, коэффициенты $\lambda^{(irk)}$, выбор которых основан на субъективных предпочтениях лица, принимающего решение, что приводит к некоторой неопределенности, зависящей от качественного и количественного состава экспертной группы; во-вторых, риски $R^{(k)}$ определяются, как правило, исходя из существующих норм, которые основаны зачастую на субъективных и эмпирических оценках. Подходы к учету неопределенности исходных данных изложены в [8, 9].

Выводы. Предложен подход к управлению устойчивым функционированием системы, основанный на принципе упреждения, т.е. действий, которые должны с опережением приниматься в условиях риска и неопределенности. Перечислены условия, выполнение которых ведут к устойчивой работе подсистемы борьбы с пожарами, и на примере рассматриваемой подсистемы показано, что управляя интервальными рисками, можно уменьшать уровень опасности, и тем самым, повышать уровень безопасности объекта защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию. Документ ООН A/ CONF.151/26/Rev.1 (Vol. I), Стр. 3-7.
2. Андронов В.А. Природні та техногенні загрози, оцінювання небезпек / В.А. Андронов, А.С. Рогозін, О.М. Соболев, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – 264 с.
3. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ: Пожарная безопасность. Общие требования.
4. Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А. К вопросу о вычислении рисков // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 2004. – Вып. 1. – С. 71-73.
5. Петров Е.Г. Методи та засоби прийняття рішень в соціально-економічних системах / Е.Г. Петров, М.В. Новожилова, І.В. Гребеннік. – К.: Техніка, 2004. – 256 с.
6. Крючковский В.В. Интроспективный анализ. Методы и средства экспертного оценивания: монография / В.В. Крючковский, Э.Г. Петров, Н.А. Соколова, В.Е. Ходаков. – Херсон, 2011. – 168с.
7. Комяк В.М. Риск ущерб от возможных пожаров в населенных пунктах сельской местности / В.М. Комяк, К.Т. Кязимов // Вісник Київського університету технології та дизайну. Матеріали третьої Кримської научн.-практ. конф. Геометрическое и компьютерное моделирование: энергосбережение, экология, дизайн. – К.: 2006. – № 4 (30). – С. 205-209.
8. Гребенник И.В. Оценка и ранжирование альтернатив при интервально-заданных исходных данных в геометрическом проектировании / И.В. Гребенник, Т.Е. Романова, С.Б. Шеховцов // Системи обробки інформації. – 2007. – Вып. 2(60). – С. 109-112.
9. Писклакова О.А. Анализ особенностей решения задач многокритериальной оптимизации в условиях неопределенности / О.А. Писклакова, Н.А.Брынза, Д.И. Филиппская // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ. – Вып. 3 (56) . – Днепропетровск, 2008. – С. 147-157.

Н.А. Брынза, В.В. Комяк, В.П. Писклакова

Управління процесом сталого функціонування підсистемами боротьби з пожежами міст та населених пунктів сільської місцевості

У роботі розглянуто підхід до управління стійким функціонуванням системи на прикладі функціонування підсистеми боротьби з пожежами міст і населених пунктів сільської місцевості.

Ключові слова: управління стійким функціонуванням системи, ризик, інтервальный ризик.

N.A. Brynza, V.V. Komyak, V.P. Pisklakova

Sustainable management of the operation subsystem firefighting cities and towns rural areas

The paper considers the approach to the management of sustainable functioning of the system on an example of the operation subsystem firefighting towns and rural settlements.

Keywords: sustainable management of the operation of the system, risk, risk interval.