

УДК 351.861

*Білецький С.В., канд. техн. наук,
нач. ад'юнктури та докторантури, НУЦЗУ,
Кірючкін О.Ю., наук. співр., НУЦЗУ,
Тютюник В.В., канд. техн. наук, ст. наук. співр., НУЦЗУ,
Шевченко Р.І., канд. техн. наук, нач. лаб., НУЦЗУ*

ОЦІНКА НЕБЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ МІСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В РАМКАХ ПІДХОДІВ СИСТЕМИ ІНТЕГРАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

(представлено д-ром фіз.-мат. наук Яковлевим С.В.)

В роботі проведено експертний аналіз найбільш поширених видів небезпек за рівнем негативного впливу на функціонування об'єктів міської інфраструктури з метою подальшого удосконалення системи інтегральної безпеки території України

Ключові слова: оцінка небезпеки, міська інфраструктура, система інтегральної безпеки, експертна оцінка

Постановка проблеми. Сучасні міста, як елементи державної системи управління, є складними та багатогалузевими системами управління з територіально-часовим імовірнісним розподілом технічно-технологічних, соціально-політичних та економічних параметрів – рис. 1, внаслідок розміщення на території міст великої кількості об'єктів різного функціонального призначення, у тому числі і об'єктів з підвищеним ризиком небезпеки [1 – 8].



Рис. 1 – Класифікація функцій міста

Аналіз наявності та сконцентрованості даних об'єктів в міській інфраструктурі призводить до відповідно підвищеного рівня ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій в містах [9, 10]. Отримання достовірності оцінки стану небезпеки об'єктів міської інфраструктури з метою організації профілактичних та технічних

заходів з попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій є актуальною задачею як на рівні об'єкту так і на рівнях міст, регіонів та держави.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням безпеки території України [11, 12], окремих типів об'єктів [13, 14] або окремих їх рівнів [15] приділено досить багато уваги в науковій літературі. Це розробка математичних моделей, що досить повно описують процеси виникнення окремих НС [16], моделей з їх ліквідації [17], тощо. Це удосконалення системи з прийняття управлінських рішень [18], розробка практичних рекомендацій з технічних [19], психологічних [20], організаційних [21] аспектів функціонування окремих систем безпеки, сил та засобів локалізації та ліквідації НС.

В той же час, недостатня ефективність останніх спонукає до перегляду базових принципів їх побудови, а саме вузької корпоративності у розгляді проблеми безпеки у рамках чітко визначених підходів та методів сфери застосування (технічні, психологічні, організаційні, управлінські та інші аспекти).

Суттєвим зрушенням в цій сфері є формування інтегральної системи безпеки [12, 22], що базується на цілому ряді принципів [23] та використанні розгалуженого математичного апарату експертного аналізу для отримання даних в умовах відсутності достатньої кількості статистичної інформації необхідної для проведення дієвого прогнозування динаміки виникнення небезпек різної природи.

Постановка завдання та його вирішення. Метою роботи є оцінка небезпеки об'єктів міської інфраструктури як складових міської системи життєдіяльності з метою подальшого удосконалення системи безпеки території України та об'єднання, відповідно, підсистеми виявлення надзвичайних ситуацій (моніторингу), прогнозування їх розвитку та реагування на них.

На рис. 2 проілюстровані умови функціонування місцевої територіально-часової параметричної системи, яку умовно розділено на територіальні підобласті зі своїми властивостями ($S_{1...n}$) та розташовані в них об'єкти підвищеної небезпеки ($\Omega_{1...m}$), що дозволяє сформувати комплексний підхід до проблеми моніторингу та прогнозування динаміки виникнення НС в місті та розкрити механізм процесу запобігання проявам внутрішніх та зовнішніх небезпек.

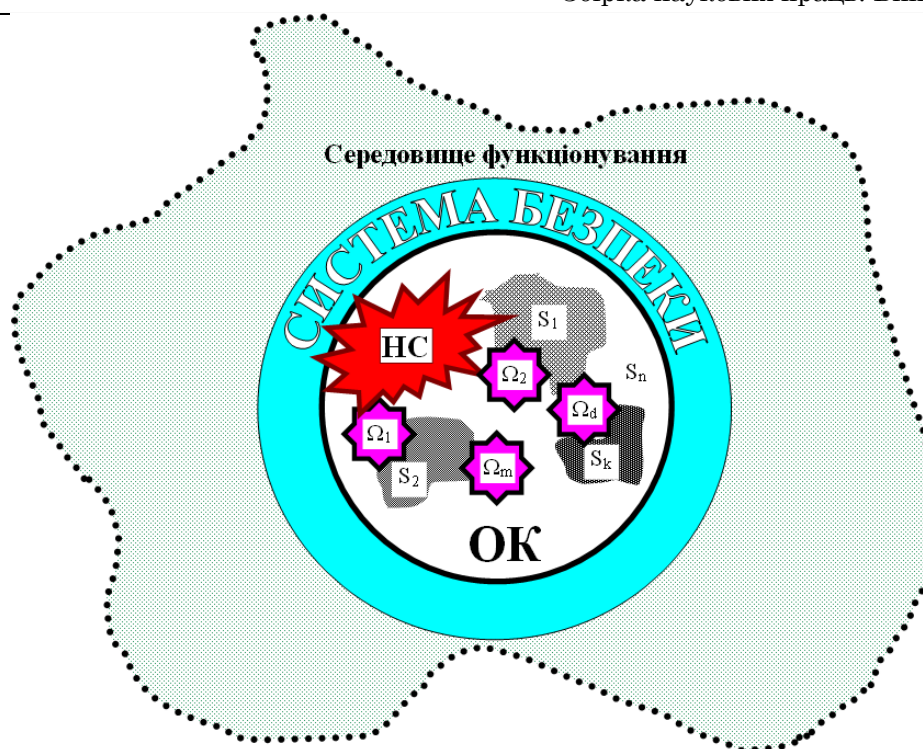


Рис. 2 – Концептуальна схема функціонування інтегральної системи безпеки міста (ОК – об’єкт контролю) від надзвичайних ситуацій при умові розбиття міста на підобласті (райони) ($S_{1...n}$ – властивості підобластей об’єкту контролю) та розташування об’єктів підвищеної небезпеки ($\Omega_{1...m}$ – властивості об’єктів)

Одним з підходів багатofакторної оцінки впливу небезпек об’єктів міської інфраструктури на функціонування міста як територіально-часової параметричної системи в умовах обмеженості інформації є використання комплексного експертного оцінювання.

Для вирішення поставленої задачі було проведено узагальнення основних можливих небезпек міста, розроблено експертну анкету, сформовано групу експертів та проведено експертне дослідження [24]. Максимальна чисельність експертної групи встановлюється за наступною нерівністю

$$n_{\max} \leq \frac{3 \sum_i K_i}{2K_{\max}},$$

де K_i – компетентність i -го експерту; $K_{\max}$ – максимально можлива компетентність згідно шкали компетентності (табл. 1).

Таблиця 1 – Шкала компетентності експерту в залежності від стажу його роботи у сфері „безпека”

Стаж роботи експерту у сфері „безпека”, рік	Компетентність експерту
$G \geq 30$	$K = 10$
$20 \leq G < 30$	$K = 7.5$
$10 \leq G < 20$	$K = 5$
$G < 10$	$K = 2.5$

Визначення мінімальної чисельності експертної групи встановлюється за умов стабілізації середньої оцінки прогнозуємої характеристики, яка формується наступним чином: включення або виключення експерта з групи має незначний вплив на середню оцінку прогнозуємої величини

$$\frac{B - B'}{B_{\max}} < \varepsilon,$$

де B – середня оцінка прогнозуємої величини, яка дана експертною групою; B' – експертна оцінка, яка дана групою, з якої виключено (або включено) одного експерта; $B_{\max}$ – максимально можлива оцінка прогнозуємої величини у рамках прийнятої шкали оцінок; ε – величина зміни середньої похибки при включенні або виключенні експерта.

Мінімальна чисельність експертів в залежності від величини ε визначається наступним чином

$$n_{\min} = 0.5 \left(\frac{3}{\varepsilon} + 5 \right).$$

Середнє значення прогнозуємої величини визначається як

$$B = \sum_{i=1}^n B_i / n,$$

де B_i – значення величини, що дано i -им експертом; n – число експертів в групі.

Таблиця 3 – Експертні оцінки небезпек ($A = B \pm 0,5$) об'єктів міської інфраструктури

	Пожері			Вибух газу			Аварії в системі життєзабезпечення			Аварії в системі зв'язку та передачі даних			Вплив на екологічний стан навколишнього середовища			Зовнішніс проникнення та пограбування			Терористичні дії
	соп. фактор	техн. фактор		соп. фактор	техн. фактор		соп. фактор	техн. фактор		соп. фактор	техн. фактор		соп. фактор	техн. фактор		соп. фактор	техн. фактор		
Адміністративно-громадські заклади	4	5		2	3		3	5		2	5		2	4		2	2		1
	4,5			2,5			4			3,5			3			2	2		
Медично-профілактичні заклади	3	4		3	3		3	5		2	5		2	3		3	2		2
	3,5			3			4			3,5			2,5			2,5			
Дитячі та навчальні заклади	3	4		2	3		2	4		2	4		1	4		2	2		1
	3,5			2,5			3			3			2,5			2			
Ринки та відкриті торговельні майданчики	4	4		3	3		2	3		2	3		3	3		3	3		2
	4			3			2,5			2,5			3			3			
Торговельні заклади	3	3		2	2		3	4		4	4		3	3		4	4		2
	3			2			3,5			4			3			4			
Спортивні заклади	2	2		2	1		1	2		2	1		1	2		1	1		1
	2			1,5			1,5			1,5			1,5			1			
Заклади культури	2	3		1	2		3	3		2	2		1	2		1	1		1
	2,5			1,5			3			2			1,5			1			
Залізничні вокзали	3	2		1	2		2	2		2	2		2	3		2	2		2
	2,5			1,5			2			2			2,5			2			
Автовокзали	2	2		2	3		2	3		2	2		2	3		2	2		2
	2			2,5			2,5			2			2,5			2			
Морські та річні вокзали	3	2		2,5	2		4	3		2	3		3	3		2,5	3		1
	2,5			2,25			3,5			2,5			3			2,75			
Аеропорти	3,5	3		1,5	2		2,5	3		3,5	3		2	2		2	2		3,5
	3,25			1,75			2,75			3,25			2			2			
Станції метрополітену	2	2,5		2,5	2		2	2,5		1,5	2,5		2	2		1	1		1
	2,25			2,25			2,25			2			2			1			
Ресторани та кафе	4	4		3	4		4	3		3	2		2	3		3	4		2
	4			3,5			3,5			2,5			2,5			3,5			
Готелі	2	3		2	3		2	2		2	2		2	2		2	2		1
	2,5			2,5			2			2			2			2			
АЗС	3	5		3	4		2	3		2	4		4	6		2	2		1
	4			3,5			2,5			3			5			2			
Релігійні заклади	2	2		2	2		2	2		2	2		2	2		2	2		1
	2			2			2			2			2			2			

Дисперсія визначається як

$$D = \left[\sum_{i=1}^n (B_i - B)^2 / (n-1) \right],$$

а довірчий інтервал

$$j = t \sqrt{\frac{D}{n-1}},$$

де t – критерій Стюдента для заданого рівня довірчої ймовірності та числа ступенів свободи $k = (n - 2)$.

Довірча межа для значення прогнозованої величини має вигляд: $A = B \pm j$.

Застосовуючи запропонований підхід була проведена процедура експертної оцінки небезпек міської інфраструктури інтегрованого міста України.

Результати експертної оцінки ($n = 28$) представлено у табл. 3.

Висновки. Наведені результати мають загальнодержавну тенденцію, щодо розподілу ваги небезпек та добре узгоджуються з прогностичною оцінкою, наведеною в [12, 14, 24]. З іншого боку отриману експертну оцінку слід розглядати як рівень інформаційного очікування населення щодо виникнення небезпеки, та при розгляді безпосередньо об'єктів міської інфраструктури приймати за загально середній рівень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь „Про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2002 році” – К.:Чорнобильінтерінформ, 2003. – 291 с.
2. Національна доповідь „Про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2003 році” – К.:Чорнобильінтерінформ, 2004. – 435 с.
3. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2004 році – К.:Чорнобильінтерінформ, 2005. – 360 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2004.html

4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2005 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2006. – 375 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2005.html
5. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2006 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2007. – 235 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2006.html
6. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2007 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2008. – 230 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2007.html
7. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2008 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2009. – 257 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2008.html
8. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2009 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2010. – 252 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2009.html
9. Арсеньев В.Г. От интеллектуальных домов – к интеллектуальным городам. Некоторые принципы построения охранных систем / В.Г. Арсеньев, А.Ю. Николаев // Противопожар. и аварийно-спасат. средства. – 2004. – № 3. – С. 34.
10. Стратегическое управление системами безопасности городов на основе информационных и компьютерных технологий / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, С.В. Алехин [и др.] // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2000. – вып. 2. – С. 102 – 109.
11. Моніторинг надзвичайних ситуацій / Ю.О. Абрамов, Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірючкін [та ін.] – Харків: АЦЗУ, 2005. – 530 с.
12. Інтегральна система безпеки регіонів України, як складових державної територіально-часової параметричної системи. Принцип комплексної оцінки небезпеки / Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірючкін, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: УЦЗУ, 2008. – Вип. 7. – С. 58 – 71.
13. Гражданкин А.И. Использование вероятностных оценок при анализе безопасности опасных производственных объектов /

- А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 2. – С. 12 – 20.
14. Оцінка багатокритеріальної методики аналізу хімічно небезпечного стану об'єктів та регіонів України / О.Ю. Кірючкін, М.М. Мурін, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2007. – № 6. – С. 62 – 73.
15. Столяренко А. Система управления дорожным движением / А. Столяренко // Будівництво та безпека. – 2008. – № 1(5). – С. 28 – 31.
16. Взаимосвязь инициирующих и поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного характера на территории Украины / Ю.А. Абрамов, В.В. Тютюник, Р.И. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2007. – № 5. – С. 8 – 17.
17. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени / Под общ. ред. С.А. Смирнова. – Звенигород: Изд. ГУ МО «СЦ «Звенигород», 2006. – 296 с.
18. Основи управління в органах і підрозділах МНС України / О.В. Альбоцій, М.М. Кулешов, О.О. Калашніков [та ін.] – Харків, 2007. – 310 с.
19. Мотин Л.А. Автоматизированные и роботизированные комплексы для противопожарной защиты объектов / Л.А. Мотин, Г.В. Шахманский // Экол. системы и приборы. – 2001. – № 2. – С. 46 – 51.
20. Моляко В.А. Особенности проявления паники в условиях экологического бедствия (на примере Чернобыльской атомной катастрофы) / В.А. Моляко // Психологический журнал. – 1992. – № 2. – С. 66 – 74.
21. Предупреждение и ликвидация ЧС, обусловленных террористическими акциями, взрывами, пожарами: Методическое пособие / М.И. Фолеев – М.: Изд. Ин-та риска и безопасн., 2001. – 400 с.
22. Формування інтегральної системи безпеки – запорука добробуту України / О.Ю. Кірючкін, О.А. Левтеров, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // F+S: технологии безопасности и противопожарной защиты. – 2008. - № 6(36). – С. 60 – 63.
23. Підсистема моніторингу надзвичайних ситуацій в містах України, як складова інтегральної системи безпеки / О.Ю. Кірючкін, О.А. Левтеров, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: УЦЗУ, 2008. – Вип. 8. – С. 81 – 91

24. Оцінка небезпеки міської інфраструктури в рамках понятивного апарату системи інтегральної безпеки / С.В. Білецький, О.Ю. Кірючкін, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: НУЦЗУ, 2010. – Вип. 11. – С. 21 – 28

Білецький С.В., Кірючкін А.Ю., Тютюник В.В., Шевченко Р.І.

Оценка опасности объектов городской инфраструктуры в рамках подходов системы интегральной безопасности

В работе проведен экспертный анализ наиболее распространенных видов опасностей по уровню негативного влияния на функционирование объектов городской инфраструктуры с целью дальнейшего усовершенствования системы интегральной безопасности территории Украины

Ключевые слова: оценка опасности, городская инфраструктура, система интегральной безопасности, экспертная оценка

Biletskyi S.V., Kirochkin O.Yu., Tiutiunyk V.V., Shevchenko R.I.

City infrastructure objects danger estimation within the framework of the integral safety system approaches

The expert examination of the most widespread types of dangers on the negative influence level on functioning of city infrastructure objects with the purpose of further improvement of the integral safety system of territory of Ukraine is conducted

Key words: danger estimation, city infrastructure, system of integral safety, expert evaluation