

УДК 519.876.5



В. П. Городнов



С. М. Суконько

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ВРАЗЛИВОСТІ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ЗАХИСТУ ЯДЕРНОЇ УСТАНОВКИ ВІД НАПАДУ ОЗБРОЄНИХ ЗЛОЧИНЦІВ

Розроблено методику оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців, у якій за допомогою математичного апарату марковських процесів з безперервним часом і дискретними станами та неповнодоступної системи масового обслуговування можна спрогнозувати результат і тривалість бою військовослужбовців варті з озброєними злочинцями з урахуванням можливої структури бойового порядку резервної групи на всій протяжності рубежу блокування та неповної доступності озброєних злочинців для обстрілу військовослужбовцями.

Ключові слова: ядерна установка, оцінювання вразливості системи фізичного захисту, математичний апарат марковських процесів з безперервним часом і дискретними станами, математичний апарат неповнодоступних систем масового обслуговування.

Постановка проблеми. В Україні для вироблення електроенергії використовують п'ять атомних електростанцій, які можуть бути об'єктами вчинення диверсій озброєними злочинцями. З метою протидії їхнім діям на кожній електростанції створено систему фізичного захисту (СФЗ), яка включає: підрозділ охорони (ПО), сили реагування ззовні (СРЗ) та інженерно-технічні засоби охорони (ІТЗО) [1, 2].

Під вразливістю системи фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців розуміється властивість системи фізичного захисту, яка визначає можливість вчинення злочинцями диверсії щодо ядерної установки або викрадення ними ядерних матеріалів.

Відповідно до законів [3, 4] ПО (варту) та СРЗ (черговий підрозділ) виділяють від військової частини Національної гвардії України з охорони ядерних установок.

Інженерно-технічні засоби охорони застосовуються з метою виявлення правопорушників або озброєних злочинців у разі подолання ними забороненої зони та подання своєчасного сигналу про це особовому складу варті [5].

У випадку спрацювання інженерно-технічних засобів охорони резервна група, яка виділяється від варті, убуває на рубежі блокування з метою затримання

правопорушників або протистояння озброєним злочинцям, у тому числі й шляхом ведення бою, до прибуття чергового підрозділу. До несення служби у варті допускаються військовослужбовці, які пройшли відповідну підготовку з охорони об'єкта, стрільби та ведення бою.

У свою чергу, черговий підрозділ, який має чисельність особового складу не менше взводу, посилений технікою та військовослужбовцями взводу спеціального призначення, прибуває на допомогу варті у визначений керівним документом [6] час. Ураховуючи зазначене, можна припустити, що у разі прибуття чергового підрозділу на допомогу особовому складу варті до моменту втрати ним боєздатності, тобто можливості протистояти противнику, озброєні злочинці не зможуть досягти своєї мети.

Оскільки з моменту спрацювання сигналу технічних засобів охорони до прибуття чергового підрозділу особовий склад варті буде самостійно протистояти діям озброєних злочинців, то вразливість системи фізичного захисту ядерної установки у разі нападу озброєних злочинців може залежати від чисельності та підготовленості особового складу резервної групи, яка буде здатна вести бій з імовірною кількістю озброєних злочинців, та від імовірного часу їх протистояння.

Однак випадковий розвиток бою, невизначеність даних про чисельність злочинців, їх озброєння та замисел дій породжують проблему щодо прогнозу ймовірних результатів бою резервної групи варти і як наслідок – визначення тривалості зберігання недоторканності об'єкта.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Найбільш близькими до зазначеного напрямку є публікації [7–10]. У статтях [7, 8] увагу зосереджено на визначення часу випередження резервною групою варти озброєних злочинців: якщо особовий склад варти займає рубіж блокування раніше, ніж правопорушники доберуться до життєво важливого центру, то вважається, що озброєні злочинці знешкоджені.

У працях [9, 10] при оцінці захищеності об'єктів від терористичних дій розраховується ймовірність результатів вогневого зіткнення за допомогою коефіцієнтів переваги особового складу підрозділу охорони над озброєними злочинцями за кількісним співвідношенням сил, озброєності та підготовленості.

Однак наведені та деякі інші праці не дозволяють вирішити задачу щодо прогнозування тривалості бою особового складу резервної групи до прибуття чергового підрозділу. Тому виникає потреба у розробленні методики, яка б давала змогу спрогнозувати результати та тривалість бою резервної групи варти і як наслідок – оцінити вразливість системи фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців.

Метою статті є розроблення методики для оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців.

Виклад основного матеріалу. З метою реагування на зміни обстановки, у тому числі й для відбиття нападу на об'єкт, у варті виділяють резервну групу. У разі спрацювання технічних засобів охорони особовий склад визначеної групи висувається на рубіж блокування і займає вогневі позиції для недопущення до життєво важливих центрів об'єкта озброєних злочинців або їх знищення шляхом ведення бою.

Військовослужбовці резервної групи варти при розміщенні на вогневих позиціях по рубежу блокування мають обмежену, індивідуальну для кожного зону можливого ураження противника. У зв'язку з різною відстанню між вогневими позиціями

військовослужбовців та наявністю на території об'єкта будівель, споруд, інших перешкод для ведення вогню, у загальній зоні обстрілу рубежу блокування існують області з γ -м перекриттям зон ураження противника бійцями резервної групи, які (зони) мають номери i_1, \dots, i_γ (з γ -ю шаруватістю ураження). Шаруватість таких областей може бути від однократної до максимальної чисельності, яка відповідає кількості бійців резервної групи $n_{ргв}$ (у разі розміщення вогневих позицій бійців одна біля одної). У випадку потрапляння озброєного злочинця у таку область його обстріл можливий будь-яким із військовослужбовців цієї області. У загальній зоні обстрілу рубежу блокування областей з γ -ю шаруватістю може бути кілька (ξ_γ), при цьому деякі зони ураження противника бійцями резервної групи формуватимуть різні ξ_γ області.

З метою розроблення методики оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців, блок-схему якої подано на рис. 1, використано апробовану модель оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців [11], в якій прийняті такі гіпотези:

а) результатом кожного вогневого контакту може бути не тільки знешкодження озброєного злочинця, але й ураження бійця тривожної групи, випадкові результати кожного вогневого контакту можна передбачити лише з деякою ймовірністю: $P_{зн}$ – знешкодження озброєного злочинця; $(1-P_{зн})$ – незнешкодження озброєного злочинця; $P_{ур}$ – ураження бійця резервної групи; $(1-P_{ур})$ – неурраження бійця резервної групи;

б) озброєні злочинці у ході бою прагнуть вийти із зон вогню сил охорони й у таких зонах не накопичуються з причин безпеки та обмеженого запасу боекомплекту;

в) бій розвивається у часі як випадковий процес, інтервали між вогневими контактами випадкові й розподілені показово.

На першому етапі методики (рис. 1, блок 1) визначаються вхідні дані:

- чисельність резервної групи $n_{ргв}$;
- імовірна кількість озброєних злочинців $N_{оз}$;
- кількість областей ураження озброєних злочинців бійцями резервної групи ξ_γ та

шаруватість визначених областей на рубежі блокування Z ;
 $(\gamma = \overline{1, n_{\text{РГВ}}})$; – площі областей з γ -ми шаруватостями ураження противника Z_γ .
 – площа загальної зони обстрілу противника бійцями резервної групи

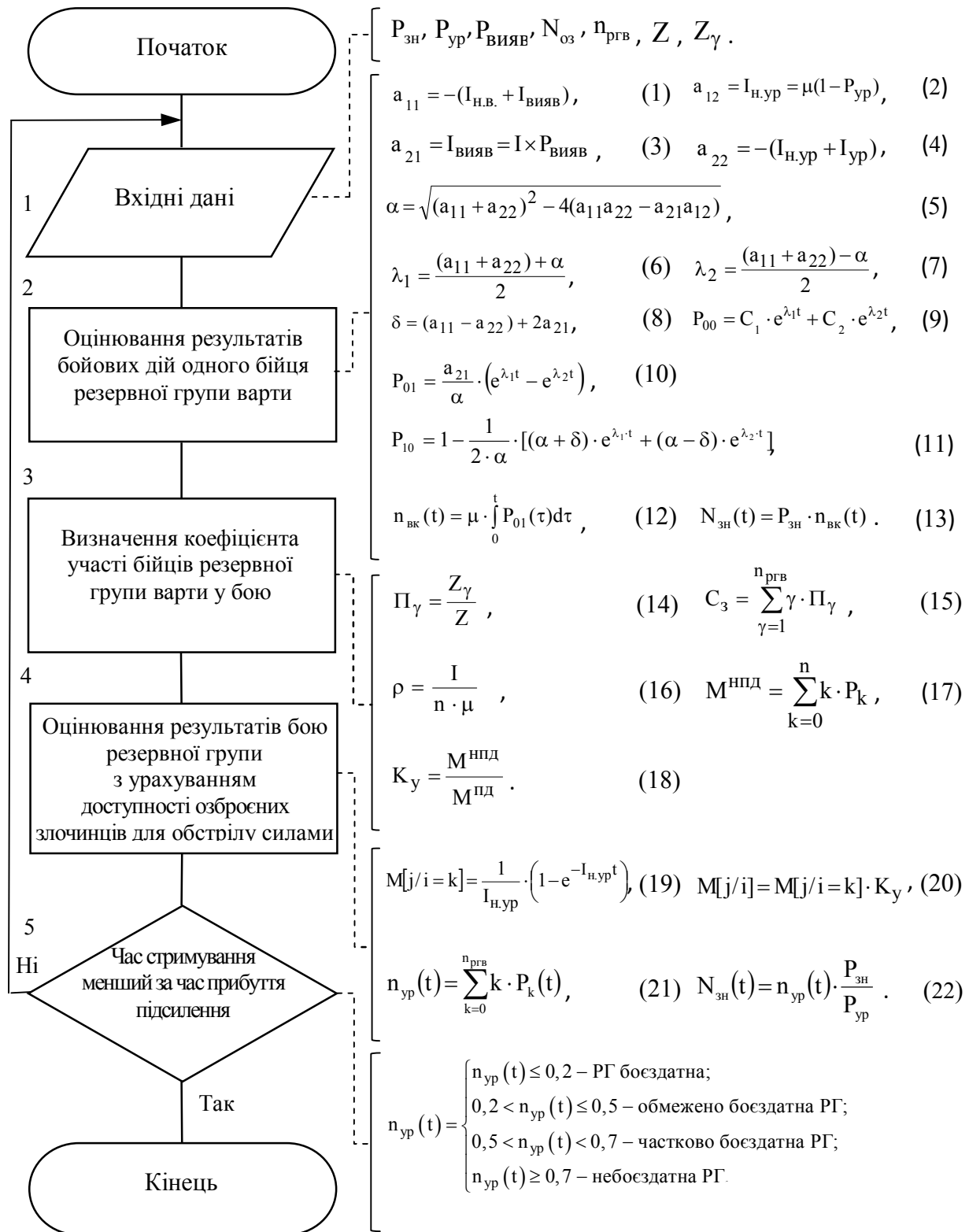


Рис. 1. Блок-схема методики оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців

Крім того, за допомогою технології страйкбол [12] (від англ. strike – удар, ball – шар) визначаються ймовірності: ураження бійця резервної групи під час вогневого контакту з противником $P_{ур}$, виявлення озброєного злочинця $P_{вияв}$ та його знешкодження $P_{зн}$.

На другому етапі з використанням визначених вихідних даних (див. на рис. 1 блок 1), побудованої моделі бою бійця резервної групи варту з озброєними злочинцями (рис. 2, де S – це стан військовослужбовця, а саме: S_{00} – неуражений і веде пошук цілі; S_{01} – неуражений і обстрілює одного озброєного злочинця; S_{10} – уражений і не обстрілює озброєних злочинців або вбитий; інтенсивності: виявлення озброєного злочинця військовослужбовцем резервної групи варту – $I_{вияв}$; невиявлення озброєних злочинців та ураження бійця резервної групи без вогню у відповідь – $I_{н.в}$; ураження військовослужбовця резервної групи варту у ході вогневого контакту – $I_{ур}$; неуразження військовослужбовця – $I_{н.ур}$) та формульної схеми розрахунків (рис. 1, блок 2), яка ґрунтується на результатах, наведених у моделі [11], знаходяться: імовірності P_{00} , P_{01} , P_{10} того, що боєць резервної групи перебуває у станах S_{00} , S_{01} , S_{10} відповідно, які (імовірності) отримані внаслідок розв’язання системи диференціальних рівнянь Чепмена – Колмогорова:

$$\left. \begin{aligned} P'_{00} &= -(I_{вияв} + I_{н.в}) \cdot P_{00} + \mu \cdot (1 - P_{ур}) \cdot P_{01}, \\ P'_{01} &= I_{вияв} \cdot P_{00} - [\mu(1 - P_{ур}) + (\mu \cdot P_{ур} + I_{н.в})] \cdot P_{01} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

$$P_{10} = 1 - (P_{00} + P_{01}) \quad (2)$$

із використанням характеристичного рівняння, де a_{ij} є коефіцієнтами [див. на рис. 1 блок 2, вирази (1)–(4)], а $\lambda_{1,2}$ – коренями [рис. 1, блок 2, вирази (6), (7)] визначеного рівняння; $N_{зн}(t)$ [рис. 1, блок 2, вираз (13)] – математичне сподівання кількості знищених озброєних злочинців одним бійцем резервної групи, яке залежить від імовірності знешкодження озброєного злочинця $P_{зн}$ та від математичного сподівання кількості вогневих контактів $n_{вк}$. У свою чергу, математичне сподівання кількості вогневих контактів $n_{вк}$ залежить від інтенсивності ведення вогню бійцем резервної групи μ та від імовірності того, що боєць неуражений і обстрілює одного озброєного злочинця P_{01} [11].

На третьому етапі методики (див. на рис. 1 блок 3) визначається коефіцієнт участі бійців резервної групи варту у бою K_y (коефіцієнт участі). Для цього з використанням знайдених даних (рис. 1, блок 1) площ (загальної зони обстрілу противника бійцями резервної групи на рубежі блокування Z та областей з γ -ми шаруватостями ураження противника Z_γ) знаходяться ймовірності Π_γ того, що в областях з γ -ми шаруватостями [рис. 1, блок 3, вираз (14)]. Потім розраховується

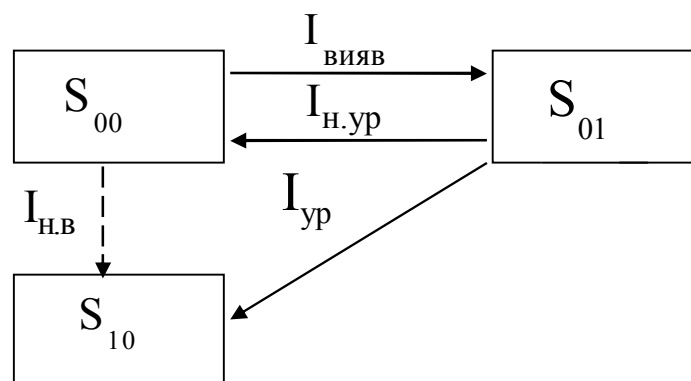


Рис. 2. Граф аналітико-стохастичної моделі бою бійця резервної групи варту з озброєними злочинцями

середня шаруватість зони обстрілу C_3 [рис. 1, блок 3, вираз (15)], що характеризує середню кількість бійців резервної групи, яким будуть доступні озброєні злочинці на рубежіблокування. Після знаходження C_3 та коефіцієнта завантаження каналів ρ [рис. 1, блок 3, вираз (16), де I – інтенсивність можливих зустрічей військовослужбовця з озброєними злочинцями (інтенсивність потоку вимог); n – кількість бійців резервної групи; μ – інтенсивність обслуговування вимог] з використанням математичного апарату неповнодоступних систем масового обслуговування [13, 14] визначається математичне сподівання кількості каналів, зайнятих обслуговуванням $M^{НПД}$ [рис. 1, блок 3, вираз (17), де P_k – імовірність зайнятості k каналів $k = 0, n_{ргв}$]. Коефіцієнт участі K_y [рис. 1, блок 3, вираз (18)] знаходиться співвідношенням математичного сподівання кількості каналів, зайнятих обслуговуванням $M^{НПД}$ у неповнодоступній системі масового обслуговування, до математичного сподівання кількості каналів, зайнятих обслуговуванням $M^{ПД}$ у такій же, але повнодоступній системі масового обслуговування. На основі залежності коефіцієнта участі K_y від параметра завантаження каналів ρ та від середньої шаруватості зони обстрілу C_3 було побудовано графік (рис. 3), який можна використовувати з метою оперативного розрахунку визначеного коефіцієнта K_y .

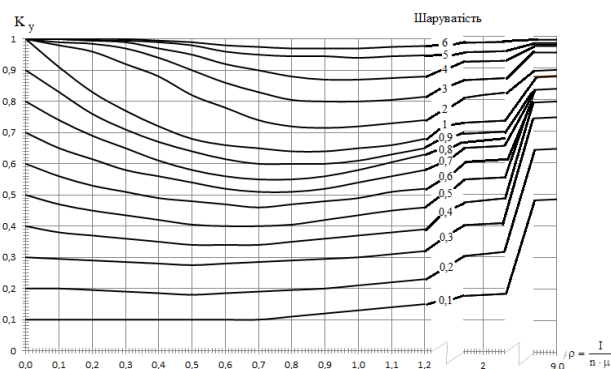


Рис. 3. 1 графік залежності коефіцієнта участі K_y від параметра завантаження каналів ρ та середньої шаруватості зони обстрілу C_3

Оскільки всі військовослужбовці резервної групи можуть вести бій з озброєними

злочинцями одночасно, то необхідно враховувати ефект збільшення системної продуктивності, який існує завдяки демпфіруванню нерівномірностей у потоку озброєних злочинців у фактично багатоканальному бойовому порядку підрозділу охорони, коли у разі зайнятості одного бійця резервної групи з іншим озброєним злочинцем може вступити у бій інший боець, а також враховувати доступність озброєних злочинців для обстрілу бійцям.

Тому на четвертому етапі методики (див. на рис. 1 блок 4) під час побудови системи диференціальних рівнянь Чепмена – Колмогорова [11] для багатоканальної системи конфліктного обслуговування

$$\left. \begin{aligned} \dot{P}_0 &= -I_{yp} \cdot M[j/i=0] \cdot P_0; \\ \dot{P}_k &= -I_{yp} \cdot M[j/i=k] \cdot P_k + I_{yp} \cdot M[j/i=(k-1)] \cdot P_{k-1}, 0 \leq k \leq n_{ргв}; \\ \dot{P}_{n_{ргв}} &= I_{yp} \cdot M[j/i=(n_{ргв}-1)] \cdot P_{n_{ргв}-1} \end{aligned} \right\} (3)$$

враховується умовне математичне сподівання кількості зайнятих боєм бійців резервної групи $M[j/i=k]$ [рис. 1, блок 4, вираз (19), де $I_{н.ур}$ – інтенсивність благополучного для бійця резервної групи результату вогневого контакту (неураження бійця)] та коефіцієнт участі бійців резервної групи варті у бою K_y [рис. 1, блок 4, вираз (20)].

На визначеному етапі методики розраховується математичне сподівання кількості уражених бійців резервної групи $n_{ур}(t)$ [див. на рис. 1 блок 4, вираз (21)], яке залежить від кількості уражених бійців k резервної групи варті та від імовірностей їх ураження P_k ($0 \leq k \leq n_{ргв}$) [10], а також

знаходиться математичне сподівання кількості знищених озброєних злочинців резервною групою варті $N_{зп}(t)$ [рис. 1, блок 4, вираз (22)], яке, у свою чергу, залежить від математичного сподівання кількості уражених бійців резервної групи варті $n_{ур}(t)$ та від співвідношення ймовірності знешкодження озброєного злочинця $P_{зп}$ до ймовірності ураження бійця резервної групи $P_{ур}$ [11].

Час, необхідний для стримування озброєних злочинців на шляху до життєво важливих центрів об'єкта, визначається з використанням відомого рівня втрат [15]: якщо оцінки очікуваних втрат резервної групи $n_{ур}$ будуть більшими або дорівнюватимуть порогу

втрат $\tau_{\text{втрат}}$, який для прикладу може дорівнювати 70 відсоткам чисельності визначеної групи ($\tau_{\text{втрат}} = 0,7$), то необхідно вважати її (групу) небоєздатною (рис. 1, блок 5). Відповідно момент досягнення цього порогу визначає максимальну тривалість часу стримування озброєних злочинців бійцями резервної групи. Якщо час можливого стримування буде більшим за час прибуття чергового підрозділу, то можна зробити висновок, що з визначеними вхідними даними (рис. 1, блок 1) система фізичного захисту

ядерної установки не вразлива у разі нападу озброєних злочинців. В іншому випадку необхідно переглянути значення вхідних даних.

Використовуючи розроблену методику (див. рис. 1), для прикладу здійснимо оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців з вхідними даними, визначеними у табл. 1, за умови, що черговий підрозділ прибуває через $t_{\text{чп}} = 40$ хв. Проведемо розрахунки й отримані результати занесемо у табл. 2.

Т а б л и ц я 1

Вхідні дані

Чисельність резервної групи варті $n_{\text{рзв}}$	Імовірна кількість озброєних злочинців $N_{\text{оз}}$	Імовірність			Поріг втрат $\tau_{\text{втрат}}$	Площа			Загальної зони обстрілу противника резервною групою на рубежі блокування $Z, \text{ м}^2$
		Виявлення озброєного злочинця $P_{\text{вияв}}$	Знешкодження озброєного злочинця $P_{\text{зн}}$	Ураження бійця резервної групи $P_{\text{ур}}$		Області з γ -ю шаруватістю ураження $Z_{\gamma}, \text{ м}^2$			
						Z_1	Z_2	Z_3	
12	7	0,6	0,3	0,5	0,7	600	1000	1600	3000

Т а б л и ц я 2

Результати оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців

Номер формули	Змінна величина		Номер формули	Змінна величина	
	позначення	значення		позначення	значення
1	a_{11}	-0,0585	13	$N_{\text{зн}}(t)$	0,4049
2	a_{12}	5	14	P_{γ}	$P_1=0,2$ $P_2=0,33$ $P_3=0,53$
3	a_{21}	0,0428	15	C_3	2,47
4	a_{22}	-10,0158	16	ρ	0,39
5	α	10,0001	17	$M^{\text{нпд}}$	0,3432
6	λ_1	-0,0371	18	K_{γ}	0,89
7	λ_2	-10,0372	19	$M[j/i=k]$	0,2381
8	δ	10,0428	20	$M[j/i]$	0,2119
9	P_{00}	0,0438	21	$n_{\text{ур}}(t)$	8,46
10	P_{01}	0,2534	22	$N_{\text{зн}}(t)$	5,08
11	P_{10}	0,7053	блок 5, 21	Поріг втрат резервної групи варті (70 %), чол.	8,4
12	$n_{\text{вк}}$	0,8099			$t_{\text{стр}}$, хв

Оскільки час стримування озброєних злочинців $t_{стр} = 41$ хв більший за час прибуття чергового підрозділу $t_{чп} = 40$ хв, то можна зробити висновок, що з визначеними вхідними даними (див. табл. 1) підрозділ охорони виконає завдання зі стримування озброєних злочинців до прибуття підсилення, тому система фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців є не вразливою. Коефіцієнт участі військовослужбовців у бою K_y залежить від бойового порядку резервної групи, і тому зміна його структури може впливати на час стримування озброєних злочинців.

Висновки

Таким чином, за допомогою розробленої методики можна спрогнозувати результат та тривалість бою військовослужбовців тривожної групи варті з озброєними злочинцями і як наслідок – оцінити вразливість системи фізичного захисту ядерної установки у разі нападу озброєних злочинців.

Наведений приклад оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки свідчить на користь працездатності методики і дозволяє вважати поставлену мету статті досягнутою.

Використання у методиці математичного апарату неповнодоступних систем масового обслуговування дає змогу врахувати структуру бойового порядку резервної групи по всій протяжності рубежу блокування та неповну доступність озброєних злочинців для обстрілу військовослужбовцями, що не враховується у відомих наукових працях за визначеним напрямком дослідження.

Напрямок подальшого дослідження може бути розроблення методу оцінювання можливостей військової частини з охорони ядерної установки щодо протидії вчиненню диверсії з урахуванням створеної методики.

Список використаних джерел

1. Конвенція про ядерну безпеку [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/995_023/page (дата звернення : 13.08.2018). – Назва з екрана.

2. Конвенція про фізичний захист ядерного матеріалу та ядерних установок [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_024 (дата звернення : 13.08.2018). – Назва з екрана.

3. Про Національну гвардію України [Текст] : Закон України від 13.03.2014 р. № 876-VII // Офіційний вісник України. – 2014. – № 24.

4. Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання [Текст] : Закон України від 23.12.2015 р. № 901-VII // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 1. – Ст. 1 (із змінами, внесеними згідно із Законом від 23.12.2015, ВВР, 2016, № 4, ст. 44).

5. Інструкція з організації експлуатації інженерно-технічних засобів охорони на важливих державних об'єктах, які охороняються Національною гвардією України [Текст] (затв. наказом Міністерства внутрішніх справ України від 26.01.2017 р. № 56 // Офіційний вісник України. – 2017. – № 32. – С. 351. – Ст. 999.

6. Про затвердження Інструкції з організації внутрішньої служби в Національній гвардії України [Текст] : наказ командувача Національної гвардії України від 30.06.2015 р. № 356. – Київ : ГУ НГУ.

7. Леус, А. В. Математическая модель оценки эффективности систем физической защиты [Текст] / А. В. Леус // Т-Comm-Телекоммуникации и транспорт. – 2010. – № 6. – С. 46–49.

8. Голубок, М. Г. Математична модель оцінки ступеня захищеності життєво важливих центрів атомних електричних станцій в залежності від ступеня боєздатності сил охорони [Текст] / М. Г. Голубок // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків : ХУПС, 2015. – № 3 (44). – С. 91–94.

9. Радаев, Н. В. Приближённые оценки защищенности объектов от террористических действий [Текст] / Н. В. Радаев // БДИ. – 2007. – № 3 (72). – С. 28–32.

10. Боровский, А. С. Приближённая оценка защищенности потенциально опасных объектов. Структурные параметры защищенности объектов [Текст] / А. С. Боровский, А. Д. Тарасов // Программные продукты и системы. – 2013. – № 3. – С. 235–243.

11. Модель оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки від нападу озброєних злочинців [Текст] /

В. П. Городнов, В. В. Овчаренко, С. М. Суколько, В. Е. Лісіцин // Честь і закон. – 2018. – № 1. – С. 17–24.

12. Страйкбол [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Страйкбол> (дата звернення : 13.08.2018).). – Назва з екрана.

13. Городнов, В. П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений войск ПВО [Текст] / В. П. Городнов. – Харьков : ВИРТА ПВО, 1987. – 380 с.

14. Городнов, В. П. Застосування математичного апарату неповнодоступних систем масового обслуговування для моделювання бойових дій підрозділу Національної гвардії України з озброєними злочинцями [Текст] / В. П. Городнов, С. М. Суколько, В. В. Овчаренко // Актуальні питання освіти і науки : матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 10-11 листоп. 2017 р. / НАНГУ. – Харків : ХОГОКЗ, 2017. – С. 201–206.

15. Городнов, В. П. Модель і методика оцінки впливу елементів матеріального забезпечення на показник втрати спроможності виконання службово-бойових завдань підрозділами Національної гвардії України в особливий період [Текст] / В. П. Городнов, В. В. Власюк, В. В. Овчаренко // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – Харків : ХНУПС, 2016. – № 3 (48). – С. 172–181.

Стаття надійшла до редакції 13.09.2018 р.

УДК 519.876.5

В. П. Городнов, С. Н. Суколько

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ЯДЕРНОЙ УСТАНОВКИ ОТ НАПАДЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ ПРЕСТУПНИКОВ

Разработана методика оценки уязвимости системы физической защиты ядерной установки от нападения вооруженных преступников, в которой с помощью математического аппарата марковских процессов с непрерывным временем и дискретными состояниями и неполнодоступной системы массового обслуживания можно спрогнозировать результат и продолжительность боя военнослужащих караула с вооруженными преступниками с учетом возможной структуры боевого порядка резервной группы на всей протяженности рубежа блокирования и неполной доступности вооруженных преступников для обстрела военнослужащими.

Ключевые слова: ядерная установка, оценка уязвимости системы физической защиты, математический аппарат марковских процессов с непрерывным временем и дискретными состояниями, математический аппарат неполнодоступных систем массового обслуживания.

UDC 519.876.5

V. P. Gorodnov, S. M. Sukonko

METHOD FOR EVALUATING VULNERABILITY OF THE SYSTEM OF PHYSICAL PROTECTION OF A NUCLEAR INSTALLATION IN THE ATTACK OF ARMED CRIMINALS

Nuclear power plants can be objects of sabotage by armed criminals. To counteract their actions, a physical protection system has been established at each power plant, which includes: a security unit, external response forces and engineering and technical means of protection.

The vulnerability of the physical protection system of a nuclear installation from the attack of armed criminals is understood as the property of a physical protection system that determines the possibility of criminals sabotaging a nuclear installation.

Engineering and technical means of protection are used to identify offenders or armed criminals. In the event of the operation of engineering and technical means of protection, the reserve group, which is separated from the guard, falls to the blocking point with the goal of detaining offenders or confronting armed criminals, including by fighting, before the arrival of the duty unit. The duty unit arrives to help in the time determined by the governing documents.

From the moment the security signal is triggered to the arrival of the duty unit, the guard's personnel will independently resist the actions of armed criminals, so the vulnerability of the physical protection system of the nuclear installation in case of attack by armed criminals may depend on the strength and preparedness of the reserve group's personnel, the likely number of armed criminals, and the possible time of their confrontation.

However, the random development of the battle, the uncertainty of the data on the number of criminals, their weapons and the design of actions give rise to the problem of predicting possible combat results of the reserve guard group and, as a consequence, determining the duration of the integrity of the object. Therefore, the aim of the article is to develop a methodology for assessing the vulnerability of the physical protection system of a nuclear installation against the attack of armed criminals.

The article describes a method for assessing the vulnerability of the physical protection system of a nuclear installation against the attack of armed criminals, in which, with the help of the mathematical apparatus of Markov processes with continuous time and discrete states and an incomplete queuing system, it is possible to predict the result and duration of combat of guard soldiers with armed criminals, the combat order of the reserve group for the entire length of the blockage and incomplete accessibility armed criminals for shelling by servicemen.

Keywords: *nuclear installation, vulnerability assessment of the physical protection system, mathematical apparatus of Markov processes with continuous time and discrete states, mathematical apparatus of incomplete queuing systems.*

Городнов Вячеслав Петрович – доктор військових наук, професор, професор кафедри управління повсякденною діяльністю Національної академії Національної гвардії України
<https://orcid.org/0000-0001-8593-8871>

Суконько Сергій Миколайович – ад'юнкт Національної академії Національної гвардії України
<https://orcid.org/0000-0003-2224-4068>