

СЕКЦІЯ 5

ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ДЕРЖАВНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ГРОМАДСЬКОГО ПОРЯДКУ

МОДЕЛЮВАННЯ ДІЙ ПРАВОПОРУШНИКА ПІД ЧАС ПРОНИКНЕННЯ НА ОБ'ЄКТ, ЩО ОХОРОНЯЄТЬСЯ

A DESIGN OF ACTIONS OF OFFENDER IS DURING PENETRATION ON OBJECT THAT GUARDED

У статті зроблено спробу змодельювати процес проникнення правопорушника на об'єкт, що охороняється. Під час оцінювання дії зовнішнього правопорушника, а саме вибору можливих напрямків подолання фізичних бар'єрів, використовувався показник «імовірність можливого напрямку подолання зовнішнім правопорушником фізичних бар'єрів периметра забороненої зони», який ураховує рельєф місцевості навколо об'єкта, що охороняється. Крім того, розрахунок імовірності напрямку подолання комплексу фізичних бар'єрів периметра забороненої зони об'єкта, що охороняється, має проводитись з урахуванням категорії зовнішнього правопорушника. Розподілено зовнішніх правопорушників на категорії, які будуть характеризуватися такими властивостями, як вибір напрямку подолання фізичних бар'єрів периметра забороненої зони системи охорони, досвід подолання фізичних бар'єрів, вибір методів подолання, їхня осначеність допоміжними засобами подолання та середній час подолання фізичних бар'єрів. Це такі категорії: непередбачуваний зовнішній правопорушник – у даній політичній ситуації розгляд цієї категорії набуває актуальності; підготовлений зовнішній правопорушник; кваліфікований зовнішній правопорушник. Розроблена математична модель для визначення напрямку та часу подолання правопорушником фізичних бар'єрів периметра забороненої зони об'єкта, яка описує: загальні характеристики, що визначають особливості зовнішнього правопорушника, тактику його дії; параметри, що описують можливості досягнення мети передбачуваним правопорушником, його осначеність додатковими засобами. Імовірності, які характеризують можливі варіанти дії правопорушника, щодо подолання фізичних бар'єрів периметра забороненої зони, що залежать від категорії правопорушника, у роботі задаються з аналізу наявної статистики або проведення експертного опитування фахівців.

Ключові слова: правопорушник, фізичний бар'єр, заборонена зона, подолання, імовірність, математична модель.

In the article the brought attempt over to model the process of penetration of offender on an object that is guarded. At estimations of actions of external offender, namely to the choice of possible directions of overcoming of physical barriers, an index – probability of possible direction of overcoming of physical barriers an external offender was used that is guarded the perimeter of the restricted area, that takes into account a hypsography around an object. In addition, calculation of probability of direction of overcoming of complex of physical barriers to the perimeter of the restricted area an object, that is guarded must be conducted taking into account and categories of external offender. Conducted distribution of external offender on categories that will be characterized such properties, as a choice of direction of overcoming of physical objects perimeter of the restricted area of the system of guard, experience of overcoming of physical of object, choice of methods of overcoming, their equipped by auxiliary facilities of overcoming and mean time of overcoming physical an objects. It is next categories: an external offender is unprepared – in this political situation consideration of this category becomes actual enough; prepared external offender; skilled external offender. Worked out mathematical model for a direction finding and time of overcoming of physical barriers an offender to the perimeter of the restricted area of objects, that describes, : general descriptions, that determine to the feature of external offender, tactician of his actions; parameters that describe possibilities of predictable offender on gaining end, his equipped by additional funds. Probabilities that characterize the possible variants of actions of offender, in relation to overcoming of physical barriers to the perimeter of the restricted area, that depend on a category to the offender, in-process set from the analysis of present statistics or realization of the expert questioning of specialists.

Key words: offender, physical barrier, restricted area, overcoming, probability, mathematical model.

УДК 355.535.1

DOI <https://doi.org/10.32843/2663-5240-2019-13-22>

Голубок М.Г.

к. військових наук, доцент,
доцент кафедри тактико-спеціальної
підготовки

Національна академія
Національної гвардії України

Постановка проблеми в загальному вигляді. Природа процесів в області забезпечення охорони важливих об'єктів така, що ми маємо справу з випадковими подіями і величинами. Причому передбачити результат конкретної події практично неможливо. Але, спостерігаючи ці події в масовій кількості, ми

маємо можливість виявити деякі закономірності. Збір і аналіз даних про дії правопорушників (далі – ПП) і сил охорони (далі – СО) дозволять виявити стійкі тенденції й удосконалити математичні моделі даних процесів.

Упровадження у практику органів управління інформаційних технологій створило

умови для моделювання різних варіантів дій ПП, оперативного виконання розрахунків, отже, дозволяє ухвалювати більш обґрунтовані рішення.

Необхідно постійно вдосконалювати різноманітні математичні моделі ПП і детально моделювати всі етапи можливих протиправних дій (подолання системи фізичного захисту (далі – СФЗ)) щодо важливих об'єктів для підвищення ефективності їх охорони.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання побудови та модернізації системи фізичного захисту, а також оцінювання її ефективності розглянуті в [1, с. 6; 6, с. 23].

У [2, с. 12; 3, с. 28] систематично викладені загальні питання аналізу ризиків, а також управління (ухвалення рішень та обґрунтування заходів) ризиками для різних об'єктів.

У [4, с. 16] розглянуті деякі підходи до математичного опису та формалізації порушника в завданні оцінювання ефективності СФЗ. Крім того, наведено модель ПП у разі використання ним тактики скритного проникнення. Комплексний підхід до формування ймовірного рівняння безпеки об'єкта або суб'єкта транспортної інфраструктури повітряного транспорту на основі часових параметрів технічних засобів захисту описаний у [5, с. 131].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У перелічених роботах детально не описано етап подолання ПП фізичних бар'єрів з урахуванням його підготовленості й оснащеності, а також можливих способів подолання фізичних бар'єрів СФЗ.

Мета статті – розроблення математичної моделі подолання правопорушником фізичних бар'єрів периметра забороненої зони з урахуванням структури системи фізичного захисту об'єкта, а також його підготовленості, оснащеності та способів подолання.

Виклад основного матеріалу. Ймовірність захисту важливих об'єктів визначається такими складовими частинами, як: засоби виявлення, фізичні бар'єри та дії сил охорони [7]:

$$P_s(V) = P(A) \cdot P(R/A) \cdot P(V/R), \quad (1)$$

де $P(A)$ – ймовірність отримання силами охорони сигналу тривоги; $P(R/A)$ – ймовірність розгортання сил охорони в точці перехоплення за умови прийому сигналу тривоги; $P(V/R)$ – ймовірність нейтралізації порушників за умови своєчасного розгортання сил охорони.

Будемо розглядати тільки першу складову частину формули (1). Ймовірність отримання силами охорони сигналу тривоги $P(A)$ є добутком ймовірності виявлення порушників технічними засобами СФЗ $P_{dt}(A)$, яка залежна від числа кордонів охорони, кваліфікації поруш-

ника і його оснащеності, і ймовірності встановлення зв'язку системи виявлення із силами охорони $P_{ct}(A)$:

$$P(A) = P_{dt}(A) \cdot P_{ct}(A). \quad (2)$$

Ймовірність установаження зв'язку $P_{ct}(A)$ для кожного засобу виявлення є паспортними даними. Отже, необхідно розрахувати ймовірність $P_{dt}(A)$.

Для розв'язання поставленої вище задачі модель правопорушника повинна описувати [4, с. 16]: загальні характеристики, що визначають особливості зовнішнього ПП, тактику його дій; параметри, що описують можливість досягнення мети передбачуваним ПП, його оснащеність.

Як показують статистичні дані і досвід експертів, зовнішніх ПП можна поділити на три категорії, які будуть мати деякі відмітні властивості. Це такі категорії:

1. Непідготовлений ПП – у даній політичній ситуації розгляд цієї категорії стає актуальним.
2. Підготовлений ПП.
3. Кваліфікований ПП.

Ці категорії будуть характеризуватися такими властивостями, як вибір напрямку подолання фізичних бар'єрів СФЗ, досвід подолання фізичних бар'єрів, вибір методів подолання, їхня оснащеність допоміжними засобами подолання та середній час подолання.

Непідготовлений ПП. Непідготовлений ПП буде обирати місце подолання, виходячи зі слабо контрольованих чинників СО (наприклад, рельєф, випадковий характер руху, наявність та інтенсивність руху осіб та автотранспорту в районі тощо). Тому для непідготовленого ПП цілком допустима гіпотеза про рівноімовірний вибір місця подолання на ділянці периметра забороненої зони (далі – ЗЗ), обладнаній комплексом інженерно-технічних засобів СФЗ.

Тоді, припустивши, що ділянка периметра ЗЗ з погляду рельєфу однорідна, має загальну протяжність фронту n км, він обладнаний технічними засобами виявлення (далі – ЗВ), лінійна частина якого складається з n ділянок по l метрів кожна, отримаємо такий вираз для ймовірності того, що непідготовлений ПП буде долати фізичні бар'єри на k -ій ділянці периметра ЗЗ. Простір елементарних результатів – увесь відрізок $\Omega = [0, D]$ км, а множина сприяючих результатів $B = [(l_{k-1} + l_k)/1000]$ км. Тоді ймовірність події, яка нас цікавить, буде дорівнювати:

$$P_n(k) = \frac{(l_{k-1} + l_k)}{1000 \cdot D}. \quad (3)$$

Підготовлений і кваліфікований ПП. Обидві ці категорії ПП попередньо добре вивчають і ана-

лізують розташування елементів СФЗ, підступи до об'єкта, маскувальні властивості рельєфу тощо. ПП буде обирати місце вторгнення, виходячи передусім з обліку місць розташування технічних засобів охорони (їхні спроби подолання СФЗ найбільш імовірні на слабо контрольованих напрямках), рельєфу, розташування життєво важливих центрів об'єкта (головна ціль) щодо місця вторгнення, розташування вартового приміщення тощо.

У такому разі безліч сприятливих результатів зменшується шляхом виключення напрямків, де подолання фізичних бар'єрів неможливе (m напрямків). Із цих напрямків імовірність вибору останніх дорівнює $P_n(k) = 0$, де k – точки несприятливих напрямків, $k = 0, 1, \dots, m$. Як наслідок, простір елементарних результатів зменшується та весь відрізок $\Omega = [0, D - m \cdot l]$ км, а множина результатів, що сприяють – $B = [(l_{k-1} + l_k)/1000]$ км. Тоді ймовірність події, що нас цікавить, дорівнюватиме:

$$P_n(k) = \frac{(l_{k-1} + l_k)}{1000 \cdot (D - m \cdot l)} \quad (4)$$

Для проведення розрахунків імовірності подолання першого/другого рубежу СФЗ висунемо кілька гіпотеза можливих дій ПП:

- H_1 – подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ шляхом підкопу;
- H_2 – подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ шляхом використання комунікацій, що перетинають її периметр;
- H_3 – подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ шляхом пролому/підриву основного огороження;
- H_4 – подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ шляхом подолання з дотиком загороджувальної сітки фізичного бар'єра;
- H_5 – подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ без зачіпання захисних споруд (повітрям або з використанням спеціальних засобів і техніки).

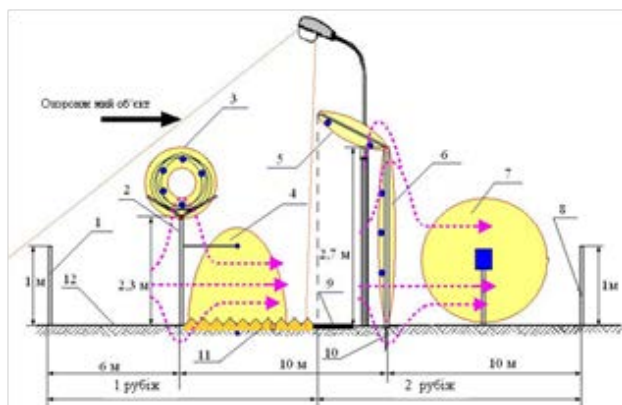


Рис. 1. Варіант обладнання периметра забороненої зони СФЗ

Варто зазначити той факт, що в моделі в загальному випадку це може бути задано ймовірностями їх реалізації, причому:

$$\sum_{i=1}^5 P(H_i) = 1. \quad (5)$$

Імовірності характеризують можливі варіанти дій ПП щодо подолання фізичних бар'єрів периметра ЗЗ, що залежать від типу ПП. Ці ймовірності задаються з аналізу наявної статистики або проведення експертного опитування фахівців. Під час оброблення статистичних даних щодо способів подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ і проведення експертного опитування фахівців обчислені ймовірності гіпотез залежно від підготовленості ПП:

Для непідготовленого ПП імовірності гіпотез становлять:

- $P(H_1) = 0$ – імовірність подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ шляхом підкопу;
- $P(H_2) = 0$ – імовірність подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ шляхом використання комунікацій, що перетинають її периметр;
- $P(H_3) = 0,17$ – імовірність подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ шляхом пролому або підриву основного загородження;
- $P(H_4) = 0,83$ – імовірність подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ із дотиком до загороджувальної сітки фізичного бар'єра;
- $P(H_5) = 0$ – імовірність подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ лінійної частини без її зачіпання (повітрям або з використанням спеціальних засобів і техніки).

Для підготовленого ПП імовірності гіпотез мають такі значення: $P(H_1) = 0,005$; $P(H_2) = 0,1$; $P(H_3) = 0,2$; $P(H_4) = 0,625$; $P(H_5) = 0,07$.

Для кваліфікованого ПП імовірності гіпотез такі: $P(H_1) = 0,01$; $P(H_2) = 0$; $P(H_3) = 0,3$; $P(H_4) = 0,6$; $P(H_5) = 0,09$.

Із тактико-технічних характеристик технічних засобів виявлення КІТЗ СПЗВ відомі ймо-

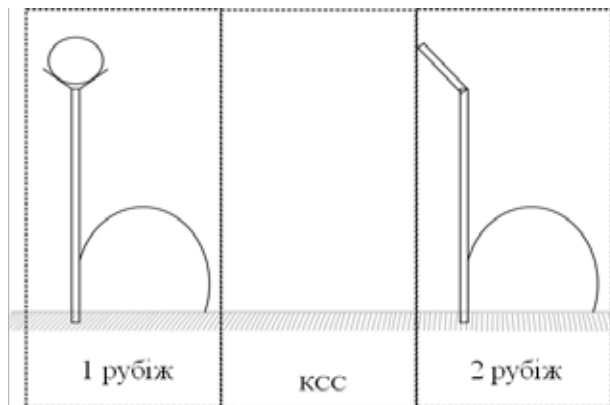


Рис. 2. Модель комплексу фізичних бар'єрів периметра ЗЗ

вірності видачі сигналу тривоги за гіпотез: $P(A/H_1) = 0,98$; $P(A/H_2) = 0,98$; $P(A/H_3) = 0,98$; $P(A/H_4) = 0,98$; $P(A/H_5) = 0$.

Тоді ймовірність видачі сигналу тривоги за подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ обчислюємо за формулою [6]:

$$P_{dt}(A) = P(H_1) \cdot P(A/H_1) + P(H_2) \cdot P(A/H_2) + P(H_3) \cdot P(A/H_3) + P(H_4) \cdot P(A/H_4) + P(H_5) \cdot P(A/H_5) \quad (6)$$

Для трьох типів ПП отримуємо такі дані: 0,98; 0,9114; 0,8918 відповідно.

Проведемо розрахунок імовірності видачі сигналу тривоги в разі подолання ПП двох рубежів охорони периметра ЗЗ АЕС. Типовий варіант обладнання периметра ЗЗ комплексом ІТЗ СПЗВ на АЕС наведено на рисунку 1.

Аналізуючи її структуру, апроксимативно, комплекс фізичних бар'єрів периметра ЗЗ можна представити у вигляді двох основних рубежів охорони, на яких розміщені фізичні бар'єри та ЗВ, які розділені контрольно-слідовою смугою (далі – КСС) шириною до 10 м. Модель цього комплексу наведена на рис. 2.

Розрахуємо ймовірність видачі сигналу тривоги ЗВ у разі подолання ПП 1-го рубежу $P_{dt1}(A)$ і 2-го рубежу $P_{dt2}(A)$ охорони за формулою 6.

Тоді ймовірність спрацювання технічних засобів виявлення можна розрахувати:

$$P_{dt}(A) = 1 - (1 - P_{dt1}(A)) \cdot (1 - P_{dt2}(A)) = P_{dt1}(A) + P_{dt2}(A) - P_{dt1}(A) \cdot P_{dt2}(A) \quad (7)$$

Імовірність подолання всієї системи буде визначатися за формулою:

$$P_{nod}(A) = P_{dt1}(A) \cdot P_{dt2}(A) \quad (8)$$

Під час проведення розрахунків спрацювання технічних засобів виявлення, виходячи з моделі комплексу фізичних бар'єрів, формул 6 і 7, можна зробити допущення, що $P_{dt1}(A) = P_{dt2}(A)$, тоді:

$$P_{dt}(A) = 1 - (1 - P_{dt1}(A))^2 = 2P_{dt1}(A) - P_{dt1}^2(A) \quad (9)$$

Під час розрахунку середнього часу, потрібного для подолання ПП фізичних бар'єрів периметра ЗЗ, необхідно враховувати той момент, що облік цього часу треба починати від моменту спрацювання тривожної сигналізації і надходження сигналу на пульт охорони.

Отже, необхідно враховувати ймовірність спрацювання сигналізації на двох рубежах. Тоді середній час подолання фізичних бар'єрів периметра забороненої зони для даної моделі можна представити у вигляді:

$$T_{cdt} = T_{cpdt1} \cdot P_{dt1}(A) + T_{cpkcc} \cdot P_{dt1}(A) + T_{cpdt2} \quad (10)$$

Необхідно знайти середній час подолання першого та другого рубежів, час подолання

КСС. Виходячи з запропонованих раніше гіпотез можливих дій ПП, можна отримати такі формули розрахунку:

$$T_{cpdt1} = \frac{1}{2} \left((P(H_1) \cdot T_{cpH1}^{p1}) + (P(H_2) \cdot T_{cpH2}^{p1}) + (P(H_3) \cdot T_{cpH3}^{p1}) + (P(H_4) \cdot T_{cpH4}^{p1}) + (P(H_5) \cdot T_{cpH5}^{p1}) \right) \quad (11)$$

$$T_{cpdt2} = \frac{1}{2} \left((P(H_1) \cdot T_{cpH1}^{p2}) + (P(H_2) \cdot T_{cpH2}^{p2}) + (P(H_3) \cdot T_{cpH3}^{p2}) + (P(H_4) \cdot T_{cpH4}^{p2}) + (P(H_5) \cdot T_{cpH5}^{p2}) \right) \quad (12)$$

Середній час подолання КСС залежить від відстані і швидкості переміщення ПП:

$$T_{cpkcc} = S_{kcc} / v_m$$

Під час розрахунків T_{cpdt1} та T_{cpdt2} перший і другий доданок береться лише частково, оскільки датчики виявлення спрацюють безпосередньо під рубежем охорони.

Може бути отримана більш складна формула для розрахунку середнього часу подолання рубежів охорони, якщо враховувати оснащеність правопорушників. Наприклад, аналізуючи статистичні дані часу подолання порушниками шляхом подолання з дотиком до загороджувальної сітки на стіні, отримали різні дані залежно від оснащеності. У такому разі складова частина $(P(H_4) \cdot T_{cpH4}^{p1})$ може бути знайдена за формулою:

$$P(H_4) \cdot T_{cpH4}^{p1} = \sum_{i=1}^n (P(H_4^i) \cdot T_{cpH4}^i),$$

де $P(H_4^i)$ – ймовірність використання i -го комплексу допоміжного обладнання ПП під час подолання першого рубежу, а T_{cpH4}^i – середній час подолання рубежу охорони за використання i -го комплексу допоміжного обладнання. Причому ймовірність $P(H_4) = \sum_{i=1}^n P(H_4^i)$.

Висновки. Отже, у статті проведено моделювання дій правопорушника під час проникнення на об'єкт, що охороняється. Розрахований часовий показник подолання рубежів охорони, який необхідно враховувати під час оцінювання спроможності сил охорони випередити ПП у висуванні до рубежу розгортання.

ЛІТЕРАТУРА:

- Петров И.Н. Пути построения и модернизации СФЗ. Оценка эффективности. *Безопасность. Достоверность. Информация* : журнал. 2005. № 3 (60). С. 6–12.
- Радаев Н.Н. Террористическая угроза: количественная оценка для конкретного объекта. *Вопросы анализа риска*. 2007. № 3. С. 12–16.
- Радаев Н.Н. Приближенные оценки защищенности объектов от террористических действий. Оценка

ефективності. *Безопасность. Достоверность. Информация* : журнал. 2007. № 3 (72). С. 28–32.

4. Радаев Н.Н. Формализация нарушителя в задаче оценки эффективности системы физической защиты объекта. Оценка эффективности. *Безопасность. Достоверность. Информация* : журнал. 2008. № 1 (76). С. 16–22.

5. Петров И.Н. Вероятностная модель системы физической защиты объекта транспортной инфраструктуры. *Научный вестник ГосНИИ ГА*. 2012. № 2. С. 131–140.

6. Зенов А.Ю. Комплексный подход к обнаружению, классификации и распознаванию нарушителя на охраняемой территории. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион*. 2012. № 2 (22). С. 23–32.

7. Действия сил охраны. URL: <https://studfiles.net/preview/3315696/page:5/> (дата звернення: 19.06.2019).

8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее приложения. Москва : Академия, 2003. С. 464.