

УДК 355.746.1

Олег ТРЕМБОВЕЦЬКИЙ

кандидат педагогічних наук, доцент,

*Національна академія Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький*

## **МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ НА ДІЛЯНЦІ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ОРГАНІВ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ**

*Нові види загроз, які виникають на державному кордоні, вимагають забезпечення на новому, сучасному рівні надійної охорони рубежів нашої держави, пошуку і впровадження в життя нових форм і способів оперативно-службової діяльності органів та підрозділів охорони державного кордону. У даному дослідженні розроблено методику визначення надійності охорони державного кордону на ділянці відповідальності органів охорони державного кордону*

**Ключові слова:** державний кордон, критерій, показник, надійність.

**Постановка проблеми.** Надійність охорони державного кордону органами Державної прикордонної служби України прямо пропорційно залежить від їх можливостей щодо виявлення правопорушників (ознак підготовки до скоєння правопорушення) в межах ділянки відповідальності та проведення заходів наявними силами та засобами щодо їх затримання (недопущення). Сучасні загрози, що виникають на державному кордоні, вимагають забезпечення на новому, сучасному рівні надійної охорони державного кордону України, пошуку і

© Трембовецький О.

впровадження в життя нових форм і способів оперативно-службової діяльності органів та підрозділів охорони державного кордону.

Разом з тим методика оцінки спроможності органів охорони державного кордону щодо добування (збирання) даних обстановки на ділянці відповідальності не визначена.

А тому постає нагальна потреба формування методологічного підходу щодо оцінки спроможності органів охорони державного кордону щодо добування (збирання) даних та обробки обстановки на ділянці відповідальності під час виконання завдань з охорони державного кордону.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми та на які опирається автор.** Різні складові системи оцінювання діяльності органів охорони кордону впродовж останнього часу аналізували: В. П. Городнов, І. С. Катеринчук, В. А. Кириленко, І. В. Кукін, М. М. Литвин, В. О. Назаренко, Ю. С. Паламарчук, В. М. Серватюк та ін. Однак, за сучасних умов, унаслідок зміни функцій Державної прикордонної служби України в умовах проведення АТО наявний науково-методичний апарат потребує вдосконалення й коригування.

**Мета статті.** Метою даної статті є створення методики визначення надійності охорони державного кордону на ділянці відповідальності органів охорони державного кордону відповідно до умов сьогодення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Відповідно до Стратегії розвитку Державної прикордонної служби України до 2020 року одними із напрямів реалізації Стратегії є:

підвищення боєздатності органів Державної прикордонної служби України та їх спроможності до виконання завдань із захисту державного кордону;

забезпечення готовності Державної прикордонної служби України до охорони тимчасово неконтрольованих ділянок державного кордону після відновлення контролю над ними.

Система добування (збирання) та обробка даних обстановки є одним з елементів управління і призначена:

для збирання, опрацювання, розподілення, взаємного обміну та відображення інформації;

аналізу даних обстановки і вироблення пропозицій щодо її реалізації.

Вона повинна забезпечувати: безперервне спостереження за ділянкою відповідальності органу охорони державного кордону повітряним простором; здійснення контролю за режимом державного кордону та дотримання правил прикордонного режиму; виявлення правопорушників та їх пособників; передачу інформації взаємодіючим органам і підрозділам, а в разі потреби і для затримання. Тому можна стверджувати, що головним завданням добування (збирання) та оброки даних обстановки є надання керівникам органів охорони державного кордону інформації щодо обстановки на ділянці відповідальності з метою забезпечення прийняття адекватного управлінського рішення. А коли інформація використовується для управління, то її, природно, належить оцінювати з позицій корисності, цінності, доцільності для досягнення поставленої мети управління.

Тому кожне одержуване ланками управління повідомлення важливо оцінювати не з погляду пізнавальних характеристик, а з боку корисності чи цінності його інформаційного змісту для виконання функцій управління. Це дає підставу стверджувати, що інформаційні показники складають одну з найвагоміших груп показників, які характеризують ступінь функціонування заходів добування (збирання) та оброки даних обстановки.

Для цього пропонується застосовувати методику оцінки спроможності збирати (добувати) та обробляти дані обстановки силами та засобами органу охорони державного кордону з точки зору її інформативності, запропоновану А. М. Білорусом, та О. Б. Сомом.

Найважливішими критеріями оцінки спроможності сил і засобів органів охорони державного кордону збирати (добувати) та обробляти дані обстановки є:

достовірність отриманих (добутих) даних обстановки (відповідність змісту отриманої інформації складовими системи об'єктивній

реальності (обстановці), яка склалась на ділянці відповідальності органу охорони державного кордону);

прихованість проведених заходів щодо збирання (добування) даних обстановки (можливість прихованого отримання та передачі інформації щодо обстановки, яка склалась на ділянці відповідальності органу охорони державного кордону);

стійкість у роботі сил і засобів щодо добування (збирання) та оброки даних обстановки (можливість збирання, опрацювання, розподілення, взаємного обміну та відображення інформації щодо обстановки, яка склалась на ділянці відповідальності органу охорони державного кордону в будь-яких умовах);

гнучкість та оперативність у діяльності сил і засобів зі збирання (добування) та оброки даних обстановки (здатність та готовність системи сприймати та передавати отриману інформацію максимально використовуючи свої можливості).

Достовірність дозволяє оцінити спроможність системи збирати та добувати інформацію щодо обстановки, яка склалась на ділянці відповідальності органу охорони державного кордону у визначений період часу відповідно до об'єктивної реальності навколишнього середовища. Наскільки отримана системою інформація істинно відображає стан обстановки на ділянці відповідальності, настільки начальник органу охорони державного кордону в змозі прийняти управлінське рішення для її реалізації з метою максимального забезпечення виконання поставленого завдання – забезпечення недоторканності державного кордону. На нашу думку, даний показник є відношенням кількості реалізованої до загальної кількості отриманої інформації системою та визначається як:

$$K_o = \frac{K_p}{I}, \quad (1)$$

де  $K_p$  – кількість реалізованої інформації;  $I$  – загальна кількість, отриманої інформації.

Кількість реалізованої інформації пропонуємо визначати як міру, що сприяє досягненню поставленої перед системою мети. Кожну

отриману інформацію необхідно оцінювати не з погляду забезпечення пізнавального процесу, а з боку забезпечення виконання управлінської діяльності начальника органу. Для її визначення застосуємо прагматичний підхід, запропонований А. Харкевичем, тобто кількість реалізованої інформації будемо визначати як зміну ймовірності досягнення поставленої перед системою мети у разі її отримання:

$$K_p = \log p_1 - \log p_0 = \log \frac{p_1}{p_0}, \quad (2)$$

де  $p_0$  – початкова (до отримання відомостей) ймовірність істинно відобразити стан надводної обстановки на ділянці відповідальності органу;  $p_1$  – ймовірність істинно відобразити стан надводної обстановки на ділянці відповідальності органу після отримання інформації.

Загальна кількість отриманої інформації характеризується сумою інформації, що отримана від усіх джерел з урахуванням особливості ділянки, що охороняється. Цей показник визначається за формулою:

$$I = I_{СБС} + I_{ЦУС} + I_{ККА} + I_{ОДИ}, \quad (3)$$

де  $I_{СБС}$  – кількість інформації, отриманої від сил і засобів, які здійснюють спостереження (прикордонні наряди, ДПС);  $I_{ЦУС}$  – кількість інформації, отриманої від центрів управління службою прикордонних підрозділів;  $I_{ККА}$  – кількість інформації, отриманої від кораблів, катерів, авіації взаємодіючих органів;  $I_{ОДИ}$  – кількість інформації, отриманої від інших джерел інформації.

Для визначення кількості інформації, що надходить начальнику органу охорони державного кордону від джерел отримання інформації  $i$ -го типу, використовуємо формулу Шенона:

$$I_i = - \sum_{i=1}^K p_i \log p_i, \quad (4)$$

де  $p_i$  – вірогідність отримання даних від одного джерела інформації  $i$ -го типу за визначений період;  $K$  – кількість джерел інформації  $i$ -го типу, що задіяні для збирання даних обстановки за визначений період.

Коефіцієнт вірогідності отримання даних від одного джерела інформації за визначений період  $p_i$  знаходиться на основі аналізу ста-

тистичних даних за статистичним значенням імовірності випадкової події.

Маскування дій з охорони державного кордону є невід'ємною складовою забезпечення оперативно-службової діяльності відділу прикордонної служби. Воно здійснюється постійно та основним завданням є введення правопорушників в оману щодо характеру дій та побудови охорони державного кордону на ділянці відповідальності органу охорони державного кордону. Це виражається показником прихованості функціонування сил і засобів органів охорони державного кордону, який характеризує спроможність системи виявити правопорушників на ділянці відповідальності із заданою ймовірністю в будь-яких умовах обстановки. Він буде характеризуватись кількістю отриманої інформації за кожним із напрямків і визначається як співвідношення отриманої інформації до нормативної:

$$K_{\text{прих.}} = \left\{ \begin{array}{l} K_{\text{з.к.}}, \text{ якщо } K_{\text{з.к.}} \leq K_{\text{норм.з.к.}} \\ K_{\text{норм.к.}}, \text{ якщо } K_{\text{з.к.}} > K_{\text{норм.з.к.}} \end{array} \right\}, \quad (5)$$

де  $K_{\text{з.к.}}$  - кількість інформації, що отримана на визначеній ділянці;  $K_{\text{норм.з.к.}}$  - кількість інформації, що максимально можливо характеризує обстановку.

Наступним показником оцінки спроможності органів охорони державного кордону є збір (добування) та здійснення обробки даних обстановки, який характеризує здатність системи протидіяти як об'єктивним (діяльність правопорушників), так і суб'єктивним (внутрішнім) факторам, що впливають на ефективність її функціонування. Для його визначення взято підхід, що відображений у наукових роботах В. Г. Панова та виражає здатність системи функціонувати в будь-який визначений час із заданою ймовірністю виявлення правопорушників та передачі даних про них начальнику відділу прикордонної служби. Відповідно до цього показник стійкості функціонування системи можна виразити таким чином:

$$k_c = 1 - e^{-T_{\text{від.}}/T_{\text{от.}}}, \quad (6)$$

де  $k_c$  - коефіцієнт імовірності нормального функціонування системи в будь-який довільно вибраний час;  $T_{\text{від.}}$  - час відсутності отримання даних обстановки на-

чальником органу охорони державного кордону в період визначеного часу;  $T_{oc}$  – загальний час визначеного періоду отримання даних обстановки.

Наступними показниками оцінки ефективності функціонування даної системи є її спроможність у найкоротший час надати начальнику органу охорони державного кордону необхідну для прийняття рішення інформацію, тобто оперативність та при цьому можливість працювати з інформацією різного виду – гнучкість. Ці показники взаємопов'язані, оскільки для отримання найбільш повної інформації про явище будуть використовуватись усі наявні джерела отримання інформації незалежно від їх типу. Так оперативність характеризується відношенням часу, що затратить начальник органу охорони державного кордону для оцінки отриманої інформації до нормативного часу, який необхідно витратити на її обробку та вираховується за формулою:

$$K_{опер.} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{T_{нач.}}{T_n}, \text{ якщо } T_{нач.} \leq T_n. \\ 1, \text{ якщо } T_{нач.} > T_n. \end{array} \right\}, \quad (7)$$

де  $T_{нач.}$  – час необхідний начальнику органу охорони державного кордону для обробки отриманої інформації.

Повнота оцінки спроможності сил і засобів органу охорони державного кордону добувати (збирати) та обробляти дані обстановки в ході виконання поставлених завдань не буде повною, якщо не враховувати гнучкість системи, тобто здатність працювати з різними видами інформації. Адже начальник органу охорони державного кордону в ході своєї професійної діяльності працює з різноманітними джерелами отримання інформації. А тому показник, що характеризує здатність системи реагувати на зміни виду інформації, що надходить, при цьому не змінюючи ефективність її обробки, необхідно враховувати при оцінці ефективності в цілому. Пропонується оцінювати повноту врахування змін видів інформації за допомогою показника гнучкості, який є відношенням часу, що затрачується на обробку  $n$ -го виду інформації до суми даного часу та часу, необхідного системі для переналаштування щодо обробки отриманої інформації  $n$ -го виду:

$$K_z = \frac{T_{н.в.}}{T_{н.в.} + \max\{T_{o.i.1}, \dots, T_{o.i.n}\}}, \quad (8)$$

де  $K_z$  – коефіцієнт, що характеризує гнучкість системи;  $T_{н.в.}$  – час, необхідний для обробки отриманої інформації  $n$ -го виду;  $T_{o.i.n}$  – час, необхідний для перебудови системи для обробки інформації  $n$ -го виду;

Але для загальної оцінки ефективності необхідно визначити загальний показник, що характеризує би спроможність її складових виконувати поставлені завдання. Даний показник є комплексним та повинен визначити необхідний рівень ефективності функціонування системи для забезпечення управління оперативно-службовою діяльністю начальником органу охорони державного кордону. Для визначення рівня ефективності функціонування системи використали загальну функцію бажаного Харінгтона та розроблені ним готові таблиці відповідності між бажаним в емпіричній та числовій системах. Визначення рівня функціонування системи встановлюють відповідно до загального числового показника ефективності функціонування системи  $k_{заг.}$  та має інтервал від нуля до одиниці. Так значення  $k_{заг.} = 0$  відповідає неприємному рівню функціонування системи, а значення  $k_{заг.} = 1$  – найкращий бажаний результат функціонування визначеної системи (табл. 1).

Таблиця 1

**Визначення рівня спроможності органу охорони державного кордону щодо збирання (добування) та обробки даних обстановки**

Рівень ефективності функціонування	Числовий вираз коефіцієнта $k_{заг.}$
Високий	0,81-1,00
Середній	0,64-0,80
Достатній	0,43-0,63
Незадовільний	0,00-0,42

Загальний числовий показник ефективності функціонування системи є комплексним показником, що характеризує загальну взаємозалежність отриманої та реалізованої інформації про правопорушення ( $\Delta I$  та  $\Delta p$ ) до характеристик функціонування самої системи ( $K_{прих.}$ ,  $K_c$ ,



$K_{опер.}, K_2$ ). Причому показники ( $\Delta I$  та  $\Delta p$ ) характеризують події, що взаємопов'язані між собою, а показники ( $K_{прих.}, K_c, K_{опер.}, K_2$ ) характеризують невзаємопов'язані події. Застосувавши методи визначення загальної ймовірності події, даний показник визначається за формулою:

$$K_{заг.} = \left( \frac{\Delta I \Delta p}{\Delta I} + K_{прих.} + K_{опер.} + K_c + K_2 \right) - \left( \frac{\Delta I \Delta p}{\Delta I} K_{прих.} K_{опер.} K_c K_2 \right), \quad (9)$$

за умови  $\Delta I > 0$

Але одночасно з оцінкою спроможності добувати дані обстановки про протиправну діяльність на ділянці відповідальності необхідно визначати і спроможність щодо її реалізації силами та засобами органу охорони державного кордону.

Заходи, що проводяться силами та засобами органу охорони державного кордону для виконання визначеного завдання – затримання правопорушників (недопущення правопорушення), являють собою процеси масового обслуговування, які призначені для забезпечення виконання низки вимог, які ставляться до надійності оперативно-службової діяльності органів охорони державного кордону. Так протидія протиправній діяльності за сутністю операція масового обслуговування: правопорушники, що здійснюють протиправну діяльність у межах ділянки відповідальності органів охорони державного кордону, можна розглядати як вимогу на обслуговування, а протидія ним шляхом висилки прикордонних нарядів – як процес обслуговування. Завданням “обслуговування” кожної вимоги є затримання (знищення) правопорушників (протівника).

Тому для оцінки надійності охорони державного кордону на ділянці відповідальності органу як один з методів вирішення поставленого завдання пропонуємо застосувати математичний апарат теорії масового обслуговування, що описує процеси, які протікають у системі масового обслуговування (СМО). У визначеній системі масового обслуговування потік вимог є випадковим. Випадковим є

час їх обслуговування. Разом з цим дані СМО є без очікування або з втратами вимог ( $T_x = 0$ , де  $T_x$  – час, який очікує вимога (правопорушник) на обслуговування); з необмеженим потоком, або відкриті ( $N_c = 0 \dots \infty$ ,  $N_c$  – кількістю вимог (виявлених правопорушень) на добу); з обмеженим числом обслуговуючих апаратів ( $x = 0 \dots n$ , де  $n$  – кількість задіяних сил і засобів органу для протидії правопорушенням); упорядковані (ентропія (рівень організації)  $E = 1$ ); багатоканальні (для протидії протиправній діяльності на ділянці органу охорони державного кордону залучається велика кількість сил і засобів).

Разом з цим зауважимо, що для опису охорони державного кордону на ділянці відповідальності органу охорони державного кордону застосовується СМО з відмовами.

При цьому необхідно внести обмеження:

вимога знаходиться в СМО, якщо вона очікує обслуговування або знаходиться на обслуговуванні. Позначимо  $J$  число вимог, що знаходяться в СМО. Оскільки з плином часу це число змінюється, то  $J$  є випадковою величиною. Вимога отримує відмову в тому і тільки в тому випадку, якщо в момент свого вступу до СМО застає зайнятими як усі канали, так і всі місця накопичення;

ефективність несення служби прикордонними нарядами забезпечують виявлення правопорушників (ознак правопорушення) при їх наявності в районах несення служби та кількість залучених сил і засобів забезпечує протидії всім наявним правопорушникам (правопорушенням);

час перебування вимоги в СМО повинно забезпечити здійснення її обслуговування наявними силами та засобами незалежно від їх кількості.

У контексті цього розглянемо використання методологічного апарату теорії СМО для оцінки надійності охорони державного кордону на ділянці відповідальності органу охорони державного кордону необхідно надати характеристику СМО, яка їй відповідає.

Нехай маємо  $n$ -канальну СМО з відмовами, в яку надходить потік вимог (правопорушники (ознаки правопорушень) на обслуговування з інтенсивністю  $\lambda$ , інтенсивність обслуговування одного каналу

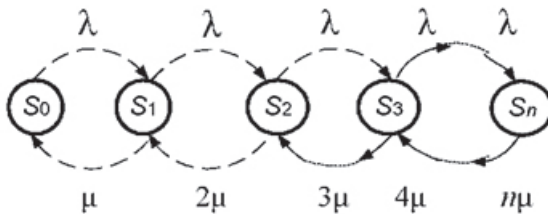
(несення служби прикордонним нарядом з протидії правопорушенню) дорівнює  $\mu$ . Визначимо показники ефективності діяльності такої системи, для чого побудуємо розмічений граф станів системи (див. рисунок), де стани системи пронумеровані за кількістю зайнятих каналів (прикордонні наряди здійснюють протидію правопорушенню в районі несення служби), тобто:

$S_0$  – усі прикордонні наряди виконують наказ на охорону державного кордону, ознак протиправної діяльності не виявлено (канали вільні);

$S_1$  – один із прикордонних нарядів здійснює протидію правопорушенню в районі несення служби, інші прикордонні наряди виконують наказ на охорону державного кордону, ознак протиправної діяльності не виявлено (один канал зайнятий, інші вільні);

$S_2$  – два прикордонних наряди здійснюють протидію правопорушенню в районі несення служби, інші прикордонні наряди виконують наказ на охорону державного кордону, ознак протиправної діяльності не виявлено (два канали зайняті, інші вільні);

$S_n$  – усі прикордонні наряди здійснюють протидію правопорушенню в районі несення служби (усі канали зайняті).



Розмічений граф станів

За стрілкою зліва направо систему переводить потік заявок з інтенсивністю  $\lambda$ . По стрілках справа наліво систему переводить потік обслуговувань інтенсивністю  $k\mu$  (кількість та інтенсивність правопорушень на ділянці відповідальності), де  $k$  – число зайнятих каналів (прикордонних нарядів, що протидіють правопорушенням).

Для обчислень граничних імовірностей станів системи (надійності охорони державного кордону ( $P_i$ )) запишемо систему лінійних рівнянь. Згідно з табл. 2 будемо мати:

Таблиця 2

**Система лінійних рівнянь для обчислення граничних імовірностей системи (надійності охорони державного кордону)**

k	Рівняння	Ймовірність стану системи
1	$\lambda P_0 = \mu P_1$	$P_1 = \frac{\alpha}{1!} P_0$
2	$\lambda P_1 = 2\mu P_2$	$P_2 = \frac{\alpha}{2} P_1 = \frac{\alpha^2}{2!} P_0$
3	$\lambda P_2 = 3\mu P_3$	$P_3 = \frac{\alpha}{3} P_2 = \frac{\alpha^3}{3!} P_0$
4	$\lambda P_3 = 4\mu P_4$	$P_4 = \frac{\alpha}{4} P_3 = \frac{\alpha^4}{4!} P_0$
....	.....	.....
k	$\lambda P_{k-1} = k\mu P_k$	$P_k = \frac{\alpha}{k} P_{k-1} = \frac{\alpha^k}{k!} P_0$
....	.....	.....
n	$\lambda P_{n-1} = n\mu P_n$	$P_n = \frac{\alpha}{n} P_{n-1} = \frac{\alpha^n}{n!} P_0$

Рекурентний вираз для визначення ймовірності стану дорівнюватиме

$$\frac{P_k}{P_{k-1}} = \frac{\alpha}{k}, \tag{10}$$

де  $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$

Запишемо нормувальну умову:

$$P_0 + P_1 + P_2 + \dots + P_n = 1. \tag{11}$$

Вирішуючи його спільно з системою рівнянь табл. 2, отримаємо:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{1!} + \frac{\alpha^2}{2!} + \frac{\alpha^3}{3!} + \dots + \frac{\alpha^n}{n!}}. \quad (12)$$

Решта ймовірності станів знайдемо з виразів табл. 2.

Знаючи граничні ймовірності станів  $P_0, P_1, P_2, \dots, P_n$ , обчислимо можливості при заданій побудові охорони кордону:

середня кількість прикордонних нарядів, що будуть задіяні для протидії правопорушенням

$$Mn = 0P_0 + 1P_1 + 2P_2 + \dots + nP_n = \alpha(1 - P_{\text{отк}}); \quad (13)$$

середня кількість прикордонних нарядів, що виконують наказ на охорону державного кордону та за необхідності можуть бути задіяні для протидії правопорушенням

$$N_0 = n - Mn; \quad (14)$$

кількість правопорушень, щодо яких можливо здійснення протидії при визначеній кількості прикордонних нарядів

$$A = \lambda(1 - P_n). \quad (15)$$

Разом у більшості випадків постає нагальна потреба з визначення найбільш оптимальної побудови охорони державного кордону наявними силами та засобами. Для вирішення даної проблеми пропонуємо використовувати такий математичний апарат СМО.

Як показник надійної охорони державного кордону визначаємо ймовірність виявлення та припинення правопорушення (затримання правопорушника) незалежно від місця та часу його скоєння.

Визначимо два можливих варіанти дій:

для протидії правопорушнику призначається тільки один (будь-який) прикордонний наряд, який несе службу в районі скоєння правопорушення та на даний момент протидіє йому;

для протидії правопорушнику призначаються всі прикордонні наряди, що несуть службу в районі скоєння правопорушення.

Визначимо ймовірність затримання правопорушника (припинення правопорушення) для кожного визначеного варіанта дій.

За першим варіантом дій використовуємо математичний апарат щодо неупорядкованої пуассонівської СМО з відмовами. У даному випадку ймовірність затримання правопорушника (припинення правопорушення) визначається:

$$P'_{\text{зам}} = (1 - P'_{\text{невз}})W, \quad (16)$$

де ймовірність невиявлення правопорушника визначається як:

$$P'_{\text{невз}} = \frac{\frac{\lambda^n}{n^{*!}}}{\sum_{k=0}^n \mu^{*k} \frac{\lambda^k}{k^{*!}}}, \quad (17)$$

де  $\lambda$  – середня кількість правопорушень за визначений період часу;  $\mu$  – спроможність щодо висилки прикордонних нарядів за визначений період одним підрозділом охорони кордону;  $n$  – кількість підрозділів охорони державного кордону органу охорони державного кордону;  $W$  – ймовірність прикордонних нарядів підрозділу щодо виявлення та затримання правопорушника (припинення правопорушення).

За іншим варіантом дій, СМО з відмовами може знаходитись в одному зі своїх  $n+1$  станів.

У стані  $E_k$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$ ) на момент часу система  $t + \Delta t$  може знаходитись у двох випадках:

на момент часу  $t$  система знаходилась у стані  $E_k$ , коли всі прикордонні наряди здійснювали протидію правопорушенням у районах несення служби та за час  $\Delta t$  на ділянці відповідальності органу охорони державного кордону інші правопорушення не здійснювались. Ймовірність даної події визначається:

$$P(E_k \rightarrow E_k) = P_k(t)[1 - (\lambda + k\mu)\Delta t]; \quad (18)$$

на момент часу  $t$  система знаходилась у стані  $E_{k+1}$ , коли всі прикордонні наряди здійснювали протидію правопорушенням у районах несення служби та за час  $\Delta t$  на ділянці один із прикордонних нарядів

$(k+1)$  закінчив протидію правопорушенню. Ймовірність даної події визначається:

$$P(E_{k+1} \rightarrow E_k) = P_{k+1}(t)(k+1)\mu\Delta t. \quad (19)$$

Звідси ймовірність, коли охорона державного кордону на ділянці відповідальності органу охорони державного кордону  $E_k$  та визначна кількість прикордонних нарядів ( $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$ ) буде здійснювати протидію правопорушенням на момент часу  $t + \Delta t$  визначається як:

$$P_k(t + \Delta t) = P_k(t)[1 - (\lambda + k\mu)\Delta t] + P_{k+1}(t)(k+1)\mu\Delta t, \quad (20)$$

а диференціальне рівняння ймовірності  $P_k(t)$  буде:

$$\frac{dP_k}{dt} = -(\lambda + k\mu)P_k(t) + (k+1)\mu P_{k+1}(t) \quad (21)$$

за умови, що кількість прикордонних нарядів, що здійснюють охорону державного кордону за визначений проміжок часу, відповідає даній нерівності:  $0 \leq k \leq n-1$ .

У стані  $E_n$  на момент часу система може знаходитись знову таки в двох випадках:

на момент часу  $t$  система знаходилась у стані  $E_n$ , коли всі прикордонні наряди здійснювали протидію правопорушенням у районах несення служби та за час  $\Delta t$  на ділянці відповідальності органу охорони державного кордону інші правопорушення не здійснювались. Звідси ймовірність, коли визначна кількість прикордонних нарядів буде здійснювати протидію правопорушенням на момент часу визначається як:

$$P(E_n \rightarrow E_n) = P_n(t)(1 - n\mu\Delta t) \quad (22)$$

на момент часу система знаходилась у стані  $E_k$ , коли всі прикордонні наряди ( $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$ ) здійснювали протидію правопорушенням у районах несення служби та за час  $\Delta t$  на ділянці почалось здійснення ще одного правопорушення. Звідси ймовірність, коли визначна кількість прикордонних нарядів буде здійснювати протидію правопорушенням на момент часу визначається як:

$$P(E_0, E_1, \dots, E_{n-1} \rightarrow E_n) = (P_0(t) + P_1(t) + \dots + P_{n-1}(t) + P_n(t))\lambda\Delta t = \lambda\Delta \sum_{k=0}^{n-1} P_k(t), \quad (23)$$

а диференційне рівняння ймовірності  $P_n(t)$  буде:

$$\frac{dP_n}{dt} = -n\mu P_n(t) + \lambda \sum_{k=0}^{n-1} P_k(t). \quad (24)$$

Але оскільки надійність охорони державного кордону характеризує її стан щодо можливостей протидіяти правопорушенням у визначеній побудові, то перейдемо до системи алгебраїчних рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} -\lambda P_0 + \mu P_1 &= 0, \\ -(\lambda + k\mu)P_k + (k+1)\mu P_{k+1} &= 0, (0 \leq k \leq n-1), \\ -n\mu P_n + \lambda(P_0 + P_1 + \dots + P_{n-1}) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

У ході рішення даних рівнянь отримаємо:

$$P_k = \frac{k-1}{i=0} (\alpha+1) \frac{1}{k!} P_0 \quad (26)$$

де  $(k = 0, 1, 2, \dots, n-1)$  та  $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$

Значення  $P_0$  ймовірності знайдемо з умови, що:

$$\sum_{k=1}^n P_k = P_0 \left[ 1 + \sum_{k=1}^n \frac{k-1}{i=0} (\alpha+i) \frac{1}{k!} \right] = 1 \quad (27)$$

звідси

$$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{k-1}{i=0} (\alpha+i) \frac{1}{k!}}. \quad (28)$$

**Висновки.** Для оцінки надійності охорони державного кордону на ділянці відповідальності органу як один з методів вирішення поставленого завдання пропонуємо застосувати математичний апарат теорії масового обслуговування, що описує процеси, які протікають у



системі масового обслуговування (СМО). Як показник надійної охорони державного кордону визначаємо ймовірність виявлення та припинення правопорушення (затримання правопорушника) незалежно від місця та часу його скоєння.

Для вибору одного з варіантів побудови охорони державного кордону необхідно визначити ймовірність під час охорони державного кордону виявляти та припиняти правопорушення на ділянці відповідальності наявними силами та засобами. Після чого за отриманими даними визначати найбільш адекватну охорону державного кордону за більшими показниками.

### Список літератури

1. Городнов В. П. Методи кількісної оцінки рішень та моделювання службово-бойових дій частин і підрозділів внутрішніх військ [Текст] : навч. посібник / В. П. Городнов. – Харків : Акад. ВВ МВС України, 2006. – 266 с.
2. Катеринчук І. С. Методика визначення ймовірних маршрутів руху порушників державного кордону [Текст] / І. С. Катеринчук, С. М. Ширококов, М. Ю. Цибровський // Збірник наукових праць № 13. Частина I / голов. ред. Балашов В. О. – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2006. – С. 44–48.
3. Катеринчук І. С. Методика оцінки достатності інформації в системах підтримки прийняття рішень [Текст] / І. С. Катеринчук // Збірник наукових праць № 35. Частина II / голов. ред. Балашов В. О. – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2005. – С. 213–215.
4. Кириленко В. А. Загрози національної безпеки держави в прикордонній сфері та їх інформаційні ознаки [Текст] / В. А. Кириленко, В. П. Городнов, Р. Г. Каратаєв // Збірник наукових праць № 43. Частина II / голов. ред. Балашов В. О. – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2008. – С. 6–16.
5. Литвин М. М. Оцінка зміни рівня прикордонної безпеки України [Текст] / М. М. Литвин, П. А. Шишолін, В. О. Косевцов // Наука і оборона. – К., 2004. - № 2. – С. 26–29.

### **Трембовецкий О. Г. Методика определения надежности охраны государственной границы на участке ответственности органов охраны государственной границы**

Новые виды угроз, возникающие на государственной границе, требуют обеспечения на новом, современном уровне надежной ох-

раны рубежей нашего государства, поиска и внедрения в жизнь новых форм и способов оперативно-служебной деятельности органов и подразделений охраны государственной границы. В данном исследовании разработана методика определения надежности охраны государственной границы на участке ответственности органов охраны государственной границы.

*Trembovetskyi O. H.* **Methodology for Determining Reliability of State Border Protection in Area of Responsibility of State Border Protection Bodies**

The new types of threats arising at the state border require the provision at a new, modern level of reliable border protection of our state, the search for and implementation of new forms and methods of operational and service activities of bodies and units of the state border guard service. In this research, the methodology for determining the reliability of the state border protection in the area of responsibility of the state border guard authorities was developed.

The measures carried out using the forces and means of the state border guard body to accomplish the assigned task to detain offenders (non-admission of offenses) are mass-service processes that are intended to ensure the implementation of a number of requirements for the reliability of operational and service activities of the state border guard bodies. The counteraction to illegal activity, in essence, is the operation of mass-servicing: offenders who carry out illegal activities within the area of responsibility of the state border guard bodies can be considered as a requirement for servicing, and counteracting by sending out border details is considered to be a process of servicing. The task of “servicing” for each requirement is to detain (dispose) offenders (the enemy).

To assess the reliability of the state border protection in the area of responsibility of a body, as one of the methods for solving the assigned task, we propose the use of the mathematical apparatus of the mass service theory that describes the processes occurring in the mass service system (MSS). We determine the probability of detection and termination of the offense

(detention of the offender) irrespective of the place and time it has been committed as the indicator of the reliable state border protection.

In order to choose one of the options to build up the system of the state border protection, it is necessary to determine the probability to detect and stop offenses in the area of responsibility deploying the available forces and means at the time of guarding the state border. After that, the most adequate system of the state border protection with higher rates can be determined on the basis of the received data.

**Keywords:** *state border, criterion, indicator, reliability*