

УДК 351.746.1:004 (477)

В. П. Городнов, В. О. Назаренко, О. В. Мейко

**МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТА  
ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ГРУП ОКРЕМОГО ВІДДІЛУ ПРИКОРДОННОЇ  
СЛУЖБИ ТИПУ “С” ПІД ЧАС УСКЛАДНЕННЯ ОБСТАНОВКИ НА ДІЛЯНКАХ  
ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ**

*Подано й обґрунтовано формульну схему моделі, яка дозволяє прогнозувати ефективність дій і вибирати параметри раціонального варіанта застосування мобільних груп відділів прикордонної служби типу “С” під час ускладнення обстановки на ділянках державного кордону.*

***Ключові слова:** державний кордон, кризовий період, антитерористичні заходи, ефективність дій, прогноз, модель.*

**Постановка проблеми.** Події, які відбуваються в Україні з березня 2014 р. (процес анексування АР Крим, проведення Антитерористичної операції у південно-східному регіоні України тощо), свідчать про істотне підвищення ролі Державної прикордонної служби України (ДПСУ) у загальній системі забезпечення національної безпеки держави. Саме в цей кризовий період становлення незалежності держави стало очевидним, що завдання [насамперед щодо реалізації отриманої випереджувальної інформації, силового забезпечення проведення спеціальних, оперативно-розшукових заходів із запобігання і припинення діяльності організованих злочинних угруповань, проведення спеціальних дій із захоплення правопорушників, а також дій з локалізації нестандартних (кризових) ситуацій, участі в антитерористичних заходах у зоні відповідальності], які покладаються на ДПСУ, можуть бути вирішені за рахунок застосування мобільних сил ДПСУ, основою яких є мобільні групи окремих відділів прикордонної служби типу “С”.

Якість виконання наведених завдань мобільними підрозділами залежить від якості прогнозу ефективності та вибору раціонального варіанта застосування мобільних груп окремого відділу прикордонної служби типу (ВПС) “С” під час ускладнення обстановки на ділянках державного кордону.

Для оцінювання ефективності майбутніх дій необхідна модель, яка адекватно віддзеркалює основні параметри умов варіантів виконання перерахованих завдань, що робить актуальними проблему прогнозування ефективності дій мобільних груп і задачу розробки моделі прогнозу ефективності та вибору раціонального варіанта застосування мобільних груп окремого ВПС типу “С” під час ускладнення обстановки на ділянках державного кордону.

**Аналіз останніх публікацій.** На сьогодні є наукові праці, які присвячені прогнозуванню обстановки на ділянці відповідальності прикордонних підрозділів. Наприклад, у [1] розроблено модель прогнозу інтенсивності потоку типових правопорушень на ділянці відповідальності ВПС типу “В”, використання якої дає можливість прогнозувати значення інтенсивності надходження типових правопорушень на період прийняття рішення на охорону кордону з необхідним довірчим інтервалом і довірчою ймовірністю та з урахуванням динаміки змін інтенсивності надходження типових правопорушень; у [2] подано алгоритм і методику прогнозування ефективності охорони державного кордону на ділянці відповідальності ВПС типу “Б” з урахуванням варіантів організації інформаційного забезпечення, за допомогою якого стало можливим своєчасно приймати рішення щодо розподілу сил та засобів підрозділу тактичного рівня управління для виконання завдань в рамках основних форм оперативно-службової діяльності. Разом із тим у відомій літературі бракує інформації стосовно розроблених моделей прогнозу ефективності та вибору раціонального варіанта застосування мобільних груп окремого ВПС типу “С” під час ускладнення обстановки на ділянках державного кордону, а існуючі методики, які були розроблені для умов охорони та захисту державного кордону за часів СРСР [3–6], у сучасних умовах виявляються малоефективними для вирішення зазначеної задачі.

**Мета статті** полягає в обґрунтуванні моделі прогнозу ефективності та вибору раціонального варіанта застосування мобільних груп відділів прикордонної служби типу “С” під час ускладнення обстановки на ділянках державного кордону.

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до керівного документа [7] у зоні відповідальності ВПС типу "С" проводиться постійний моніторинг обстановки (на рисунку блок 1) усіма наявними силами та засобами з

метою добування специфічної інформації та формування у подальшому елементів варіанта застосування мобільних груп.

Початковим етапом у цих діях є оцінка достовірності інформації про оперативно-

Блок 1. Збирання і накопичення даних: ознакових портретів правопорушень, загроз, умов та елементів рельєфу місцевості...; параметрів рівня підготовки військовослужбовців ВПС типу "С"

Блок 3. Модель прогнозу значень статистичних параметрів умов виконання завдань військовослужбовцями мобільних груп окремого ВПС типу "С":

$$a_i = \frac{\Delta a_i}{\Delta}, \Psi_2(x, a_i) = \sum_{i=0}^2 a_i \cdot x^i. \quad (4)$$

Блок 4. Модель оцінки та прогнозу рівня загострення обстановки у визначених районах та на напрямках підвищеної оперативної активності:

$$X_{m+1,n} = [x_{ij}]; \quad (5) \quad z_{ij} = \frac{x_{ij} - m_j}{\sigma_j}; \quad (6)$$

$$c_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - z_{0j})^2}; \quad (7) \quad L_{si} = 1 - \frac{c_{i0}}{c_0}; \quad (8)$$

$$t_{згpз} \approx \left[ (a_1^2 - 4a_2(a_0 - L_{згpз}))^{0,5} - a_1 \right] \times (2a_2)^{-1}; \quad (9)$$

$$\arg(i, j) = \min_{i,j} (t_{згpз,i,j}). \quad (10)$$

Блок 8. Модель бою військовослужбовців мобільної групи під час локалізації нестандартних кризових ситуацій:

$$N_{3,i}^* = \frac{P_{3,i} \mu a_{21}}{N_{r,i} \alpha \lambda_1 \lambda_2} \left[ \lambda_2 e^{\lambda_1 t \delta_0} - \lambda_1 e^{\lambda_2 t \delta_0} + \alpha \right]; \quad (15)$$

$$N_y = n_0 \left( 1 - \frac{1}{2\alpha} \left[ (\alpha + \delta) e^{\lambda_1 t} + (\alpha - \delta) e^{\lambda_2 t} \right] \right); \quad (16)$$

$$Q_i = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{P_{10}^2 + (1 - N_{3,i}^*)^2}; \quad (17)$$

$$W_{c.o} = w_{нкз} \cup w_{зн} \cup w_{ур} = \begin{cases} True; \\ False. \end{cases} \quad (18)$$

Блок 2. Модель оцінки та прогнозу ступеня достовірності інформації про можливу протиправну діяльність на ділянці ВПС типу "С":

$$R_j = \left( \frac{17}{16} - x \right) e^{-b_j t}; \quad (1)$$

$$P = 1 - \exp\left(-\frac{T_n}{T_n}\right); \quad (2)$$

$$T_n = \frac{t_{ij1} \times (\ln R_2 - \ln R_{0ij})}{\ln R_1}. \quad (3)$$

Блок 5. Модель оцінки й упорядкування за важливістю інформаційних ознак елементів оперативної обстановки в районах виконання завдань мобільних груп:

$$K_j = \frac{\gamma_j}{L_0}, j = \overline{1, n}. \quad (11)$$

Блок 6. Модель оцінки ймовірності багатовимірної події правопорушення в зоні відповідальності ВПС типу "С"  $\bar{a}, \bar{b}$ :

$$P_{ab} = 1 - \sqrt{\frac{1}{2} \left[ 1 - \left( \frac{1}{ab} \sum_{i=1}^n a_i b_i \right)^2 + \left( 1 - \frac{a}{b} \right)^2 \right]}. \quad (12)$$

Блок 7. Модель оцінки необхідного складу мобільних груп під час виконання завдань поза пунктами пропуску:

$$P_{обс}^{епл} = 1 - P_n; \quad (13)$$

$$P_{псл}^{мг} = R(t) \times P_{обс}^{епл} \times P(t) \times K_y. \quad (14)$$

Блок 9. Формування характеристик раціонального варіанта застосування мобільних груп: 1) місце (напрямок  $i$ ); 2) противник ( $j$ -й тип загрози); 3) наявний час  $T_p$ ; 4) достовірність  $R$  інформації та заходи для її підвищення; 5) кількість  $n$  нарядів мобільних груп; 6) кількість  $(I \times T)$  та інтенсивність  $I$  потоку правопорушників; 7) сподівана ефективність виконання завдань та втрати сторін.

Блок-схема моделі прогнозу ефективності та вибору раціонального варіанта застосування мобільних груп ВПС типу "С" під час ускладнення обстановки на ділянках державного кордону

активні напрями та обстановку на кожному з них [(на рисунку блок 2, де [вираз (1)]  $R_j$  – показник поточної достовірності інформації,  $x$  – поточна оцінка інформації за методом  $4 \times 4$ ,  $b_j$  – значення коефіцієнта апроксимації,  $t$  – оцінка часу зниження показника достовірності інформації, який використовується для прийняття рішень, до рівня 0,5; [вираз (2)]  $P$  – показник оперативності дій військовослужбовців,  $T_n$  – час, наявний для реакції на подію,  $T_n$  – середній потрібний час для прийняття і виконання рішення [розраховується за виразом (3), де  $R_2$  – рівень втрати достовірності інформації (коли інформація стає непридатною),  $R_{0ij}$  – початковий рівень достовірності інформації на момент її надходження,  $R_1$  – опорний рівень достовірності, для якого із практики відомий час ( $t_{ij.1}$ ) досягнення цього рівня (може бути  $R_1 = 0,5$ )].

Опрацьована у блоці 2 інформація дає можливість прогнозувати значення статистичних параметрів умов виконання завдань військовослужбовцями мобільних груп окремого ВПС типу “С” [інтенсивності потоків правопорушень, вибору району реалізації загрози та типу правопорушень, що подано на рисунку блок 3, вираз (4)].

Наступним етапом обробки даних є формування матриці спостережень  $X_{m+1,n}$  [на рисунку блок 4 вираз (5)]. Ознаки у матриці (5) описують різні властивості обстановки, мають різні розмірності і тому не можуть порівнюватися між собою, що зумовлює необхідність виконати стандартизацію ознак [на рисунку блок 4 вираз (6)] з подальшим розрахунком відстані  $c_{i0}$  від кожної  $i$ -ї одиниці-точки досліджуваної сукупності до опорної точки – вектора граничного переходу процесу загострення обстановки і переходу у стан явної загрози [на рисунку блок 4 вираз (7)]. Далі для кожної  $i$ -ї одиниці ( $Z_i$ ) сукупності знаходимо значення проміжного показника ступеня загострення обстановки (ступінь відповідності поточного стану обстановки характеристиці “загроза” –  $L_{si}^*$ ), час можливого виникнення загрози та району реалізації загрози відповідно [на рисунку блок 4 вирази (8), (9) та (10)]. Формульна схема, подана у блоці 4, відтворює модель оцінки та прогнозу рівня загострення обстановки у визначених районах та на напрямках підвищеної оперативної активності.

Результат проведення зазначених аналітичних дій дає можливість реалізувати модель оцінки й упорядкування за важливістю інформаційних ознак елементів оперативної обстановки у районах виконання завдань мобільними групами за такою формульною схемою:

– розраховуємо значення показника ступеня близькості кожної  $j$ -ї “точки-ознаки” до центра ваги (центра скупчення) всіх точок, який дорівнює сумі відстаней ( $d_j$ )  $j$ -ї “точки-ознаки” до всіх інших “точок-ознак” сукупності, що визначається за матрицею  $C_{j0}$  [вираз (7)] шляхом підсумовування всіх елементів рядка, який відповідає  $j$ -й “точці-ознаці”:

$$d_j = \sum_{q=1}^n c_{jq}, \quad j = \overline{1, n},$$

де  $c_{jq}$  – таксономічна відстань між  $j$ -ю і  $q$ -ю “точками-ознаками”;

– визначаємо оцінку математичного сподівання показників ( $d_j$ ) ознак:

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j;$$

– знаходимо оцінку середньоквадратичного відхилення значень показників ( $d_j$ ) ознак:

$$\bar{c}_0 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (d_j - \bar{d})^2};$$

– розраховуємо максимально можливе значення показника ( $d_j$ ) з використанням відомого правила трьох сигм:

$$d_0 = \bar{d} + 3\bar{c}_0;$$

– для кожної ознаки знаходимо попередню (ненормовану) оцінку показника важливості:

$$\gamma_j = 1 - \frac{d_j}{d_0}, \quad j = \overline{1, n};$$

– визначаємо суму попередніх оцінок показників важливості:

$$L_0 = \sum_{j=1}^n \gamma_j;$$

– знаходимо нормовані значення коефіцієнтів  $K_j$  ієрархії ознак [на рисунку блок 5 вираз (11)].

Безпосередньо виконання завдань з нейтралізації загроз пов'язане з необхідністю ідентифікації правопорушників у короткі терміни. Процес ідентифікації можна реалізувати шляхом покомпонентного порівнювання вектора ознак типового

$\vec{b} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  та наявного  $\vec{a} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  правопорушень особи, яка контролюється. При цьому одна частина ознак вектора  $\vec{a}$  може бути виявлена, а інша – схована або відсутня взагалі, що зумовлює необхідність використання показника ймовірності виникнення багатовимірної події правопорушення у районі відповідальності мобільного підрозділу [на рисунку блок 6 вираз (12)].

Успіх виконання завдань мобільною групою поза пунктами пропуску визначається поточною достовірністю наявної інформації ( $R_j$ ), оперативністю дій військовослужбовців ( $P$ ), їх розміщенням на місцевості ( $K_y$ ), їх кількістю ( $n$ ) та випадковими факторами процесу виконання завдань "обслуговування" ( $P_{обс}^{епл}$ ) подій правопорушень. Зазначені фактори водночас можна враховувати у рамках показника ефективності [на рисунку блок 7 вираз (14) – ймовірність виконання завдань мобільною групою поза пунктами пропуску, де часткові показники ( $P_{обс}^{епл}$  – ймовірність обслуговування у моделі Ерланга та  $K_y$  – коефіцієнт участі нарядів у виконанні завдань "обслуговування" подій правопорушень) можуть бути знайдені з використанням моделей системи масового обслуговування з повною  $P_{обс}^{епл}$  і з неповною доступністю  $K_y$  каналів обслуговування].

Якщо в результаті аналітичної роботи зроблено висновок, що задачі доцільно реалізовувати у рамках проведення спеціальної операції [на рисунку блок 8 вираз (15)], яка передбачає ведення бою з озброєними правопорушниками (такі дії містять елементи випадковості та можливість ураження як правопорушників, так і прикордонників), то виявляється необхідність використання часткових показників у вигляді математичних сподівань (на рисунку блок 8):

– відносної кількості  $N_{3,i}^*(t_{60})$  знешкоджених правопорушників (терористів) [вираз (15)];

– абсолютної кількості  $N_y(t)$  уражених прикордонників мобільних груп [вираз (16)].

Для інтегральної оцінки майбутньої ефективності виконання завдань у спеціальній операції мобільною групою може використовуватись інтегральний показник, який одночасно враховує відносні втрати сторін у відношенні до ідеального значення цього показника [на рисунку блок 8 вираз (17)].

Формально інтегральний критерій  $W_{c.o}$  оцінки ефективності виконання завдань під час проведення спеціальних операцій можна подати, як на рисунку (блок 8 вираз (18)).

У результаті проведених обчислень стає можливим сформулювати характеристики раціонального варіанта застосування мобільних груп (блок 9 на рисунку), а саме:

- 1) місце (напрямок "і");
- 2) противник ( $j$ -й тип загрози);
- 3) наявний час (Тр);
- 4) достовірність інформації ( $R$ ) та заходи для її підвищення;
- 5) необхідна кількість  $n$  нарядів мобільних груп;
- 6) кількість ( $I \times T$ ) та інтенсивність ( $I$ ) потоку правопорушників;
- 7) сподівана ефективність виконання завдань та втрати сторін.

## Висновок

Таким чином, у статті обґрунтовано модель, яка дозволяє виконувати прогноз ефективності та вибирати параметри раціонального варіанта застосування мобільних груп відділів прикордонної служби типу "С" під час ускладнення обстановки на ділянках державного кордону, що у подальшому дає можливість розробити відповідну методику.

## Список використаних джерел

1. Фаріон, О. Б. Методика оцінки ефективності системи інформаційного забезпечення відділу прикордонної служби типу "В" [Текст] : дис. ... канд. військ. наук : 21.02.02 / Олег Борисович Фаріон. – Хмельницький, 2009. – 285 с.

2. Курашкевич, А. П. Методика прогнозу ефективності охорони державного кордону на ділянці відповідальності відділу прикордонної служби типу "Б" з урахуванням варіантів організації інформаційного забезпечення оперативно-службової діяльності [Текст] : дис. ... канд. військ. наук : 21.02.02 / Андрій Петрович Курашкевич. – Хмельницький, 2012. – 284 с.

3. Устав Пограничных войск по охране государственной границы СССР. Ч. II. Пограничная застава [Текст]. – М., 1987. – 207 с.

4. Устав Пограничных войск по охране государственной границы Украины. Ч. I. Пограничный отряд, пограничная комендатура (проект) [Текст]. – Хмельницький, 1994. – 122 с.

5. Методики оперативно-тактических расчетов в Пограничных войсках [Текст] : учеб. пособие. – М. : Воениздат, 1985. – Ч. I. – 152 с.

6. Методики оперативно-тактических расчетов в Пограничных войсках [Текст] : учеб. пособие. – М. : Воениздат, 1985. – Ч. II. – 84 с.

7. Про затвердження Тимчасової інструкції про застосування мобільних підрозділів [Текст] : наказ ТВО Голови Державної прикордонної служби України № 1039 від 30.12.2005 р. – К. : Адміністрація ДПСУ, 2005. – 83 с.

8. Теоретичні основи інформаційно-аналітичного забезпечення процесів охорони державного кордону (у контексті завдань національної безпеки України в прикордонній сфері) [Текст] : монографія / В. П. Городнов, М. М. Литвин, Д. В. Іщенко, В. А. Кириленко. – Хмельницький : НАДПСУ, 2009. – 472 с.

*Стаття надійшла до редакції 25.11.2014 р.*

**Рецензент** – доктор військових наук, професор Г. А. Дробаха, Національна академія Національної гвардії України, Харків, Україна