

УДК 355

М.О. Єрмошин<sup>1</sup>, В.В. Шулежко<sup>1</sup>, С.П. Купін<sup>2</sup>, М.М. Романюк<sup>1</sup><sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків<sup>2</sup>Академія внутрішніх військ МВС України, Харків

## ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТІ ВАРІАНТІВ УЧАСТІ ВІЙСЬКОВОЇ ЧАСТИНИ ВНУТРІШНІХ ВІЙСЬК У ПРИПИНЕННІ МАСОВИХ ЗАВОРУШЕНЬ

У статті розроблені пропозиції щодо визначення області допустимих варіантів участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень.

**Ключові слова:** варіант участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень, ефективність дій внутрішніх військ, теорія ігор.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Внутрішні війська виконують завдання шляхом охорони державних об'єктів, конвоювання, охорони та екстрадиції підсудних, охорони громадського порядку та боротьби зі злочинністю. Участь у припиненні масових заворушень починається з моменту одержання ВЧВВ завдання або встановленого сигналу і здійснюється в такій послідовності: усвідомлення завдання, розрахунок часу та вибір методів роботи, орієнтування підрозділів внутрішніх військ (ВВ) до майбутніх дій; доведення завдання до заступників і видача вказівок про підготовку даних для вироблення рішення, видача попередніх розпоряджень; оцінка обстановки; визначення замислу участі у припиненні масових заворушень; визначення завдань і доведення їх до підлеглих підрозділів ВВ; визначення основних питань взаємодії та забезпечення бойових дій; визначення основ управління підрозділами; оформлення й оголошення рішення, подання його на затвердження старшому командирі [3]. Замисел дій військової частини внутрішніх військ включає: напрямки зосередження зусиль; способи і варіанти дій ВВ; систему охорони правопорядку при масових заворушеннях; бойовий порядок ВВ і варіанти маневру. Під варіантом участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень розуміється визначений командиром спосіб дій (порядок застосування ВВ для виконання завдання) або сукупність способів і тактичних прийомів (частина способу) дій ВВ.

Разом з тим є можливість сформулювати в ігровій формі та визначити область допустимих варіантів участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень, що в середньому забезпечує максимальний вигравш.

**Аналіз літератури.** Проведений аналіз літератури показав, що в [1] формулюється задача в ігровій формі та визначається найбільш доцільний варіант розташування військової частини, що в середньому забезпечує максимальний вигравш. В [2] розг-

лянуто порядок вирішення оптимізаційної задачі вибору варіантів прийняття рішення, в основі якого лежить принцип раціональності теорії ігор. В [8] здійснюється вибір області допустимих варіантів структури системи зенітного ракетного прикриття військових об'єктів на основі матричної гри.

Таким чином, актуальності набуває питання, пов'язане з розробкою пропозицій щодо визначення області варіантів участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень за критерієм максимальної ефективності дій на основі теорії ігор.

**Мета статті.** Дана стаття присвячена розробці пропозицій щодо визначення області варіантів участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень.

### Основна частина

Головними вимогами до системи охорони правопорядку при масових заворушеннях є її ефективність і стійкість.

Ефективність функціонування системи охорони правопорядку при масових заворушеннях характеризує ступінь її відповідності завданням, що вирішуються військовою частиною внутрішніх військ у конкретних умовах обстановки.

Стійкість системи охорони правопорядку при масових заворушеннях – це її здатність зберігати свою ефективність в різних умовах обстановки, що досягається живучістю сил і засобів, стійкістю розвідки, взаємодії й управління, високою морально-психологічною підготовкою особового складу, мобільністю, надійністю озброєння.

Ефективність функціонування системи охорони правопорядку при масових заворушеннях визначається її призначенням досягати такої якості, яка дозволяє реалізувати визначену ефективність дій.

Дослідження [3] показують, що ефективність функціонування системи охорони правопорядку при масових заворушеннях залежить від двох груп показників:

ефективності дій військової частини внутрішніх військ;

ефективності та стійкості функціонування системи охорони правопорядку при масових заворушеннях.

Ефективність дій ВВ – це ступінь досягнення мети дій ВЧВВ, з якою ці дії ведуться.

Для оцінки ефективності дій ВВ доцільно використовувати такі показники [3]:

загальний показник – ймовірність виконання завдання ВВ;

розрахункова ефективність дій ВВ та ефективність, яка вимагається;

математичне сподівання кількості нейтралізованих (блокованих) груп злочинців;

математичне сподівання кількості втрат сил і засобів ВВ, визначається за результатами моделювання дій ВВ з використанням моделей і задач, які враховують економічні витрати матеріальних засобів та інших ресурсів, втрати особового складу й озброєння та техніки;

математичне сподівання кількості об'єктів прикриття, які збереглися злочинних дій при масових заворушеннях з імовірністю не менше від заданої, визначається з оцінки об'єктів прикриття за показниками важливості об'єктів прикриття, їх геометричних розмірів і ступеня пошкодження.

Вибір з них *основного показника є складним процесом* і залежить від завдання, яке передбачається, від дій злочинців і військової частини внутрішніх військ.

При такому підході ефективності функціонування системи охорони правопорядку при масових заворушеннях повинна базуватися на визначенні максимального ефекту дій ВВ і мінімізації очікуваного зниження ефективності дій.

Для формулювання задачі теорії ігор визначимося, що сторона А (ВВ) веде бойові дії зі стороною В (група злочинців). Поінформованість сторін про можливий замисел дій іншої сторони власне визначимо як ранг рефлексії:

0 – сторони не знають замисел дій один одного;

1 (2) – сторона А (В) знають замисел дій сторони В (А);

3 – сторони знають замисел дій один одного.

Гра називається грою з нульовою сумою, якщо один гравець виграє рівно стільки, скільки програє інший, а саме сума вигравів сторін дорівнює нулю.

Будемо розглядати саме таку гру, тому що при аналізі достатньо розглядати виграв одного з гравців (сторони А) та встановимо функцію:

$$q(x, y) = P_{3xy}.$$

Задача буде полягати у виробленні рекомендацій для сторони А як виграти у сторони В з мінімальними втратами.

Тоді для рангу рефлексії 0 та 3 можна сформу-

лювати задачу таким чином.

Знайти одну чисту стратегію із множини  $X = \{x\}$ , щоб величина виграшу, який визначається матрицею  $\|P_3\|$  і стратегією злочинців, була максимальною:

$$\max_x q(x, y) = q_1(x),$$

де  $q_1(x)$  – величина виграшу сторони А;

$$\min_y q(x, y) = q_2(x),$$

де  $q_2(x)$  – величина виграшу сторони В.

Сформулюємо задачу для рангу рефлексії 1 та 2.

Знайти область допустимих стратегій із множини  $X = \{x\}$ , щоб величина виграшу, який визначається матрицею  $\|P_3\|$  при різних стратегіях іншого гравця, забезпечувала максимальний виграв:

$$\max_x \min_y q(x, y) = \max_x q_1(x) = q(x^*),$$

де  $x^*$  – максимінна стратегія сторони А.

Розрахунок значень матриці  $\|P_3\|$  буде здійснюватись за формулою Лапласа:

$$P_3 = \frac{1}{2} + \Phi \left( \frac{M - M^*}{\sigma} \right),$$

де  $P_3$  – ймовірність виконання завдання ВВ;

$M$  – математичне сподівання значення показника ефективності за результатами моделювання дій ВВ або інших розрахунків;

$M^*$  – значення оцінки показника ефективності дій ВЧВВ;

$\sigma$  – середньоквадратичне відхилення показника ефективності бойових дій.

При використанні значень різних часткових показників ефективності дій ВВ ймовірність виконання завдання розраховується за формулою [7]:

$$P_3 = \frac{1}{2} + \prod_{g=1}^G \left[ \Phi \left( \frac{M_g - M_g^*}{\sigma_g} \right) \right], \quad (1)$$

де  $M_g$  – математичне сподівання значення  $g$ -го показника ефективності за результатами моделювання дій;

$M_g^*$  – значення оцінки  $g$ -го показника ефективності дій;

$\sigma$  – середнє квадратичне відхилення значення  $g$ -го показника ефективності дій.

Для вирішення задачі потрібно врахування таких факторів і вхідної інформації [3]:

тактико-технічні характеристики озброєння та техніки ВВ;

бойовий склад ВВ (кількість особового складу та ін.);

координати позицій, на яких можливо розміщення ВВ;

координати об'єктів, що прикриваються;  
реалізована дальня межа зон виявлення злочинців;

кількість нейтралізованих (блокованих) груп злочинців.

Нехай група злочинців може застосувати деякий цілком певний набір дій з певного напрямку, що породжують цілком певні стратегії сторони В:  $b_1, b_2, \dots, b_i, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ . Визначимо в заданому позиційному районі для ВВ у складі  $m$  елементів (підрозділів) ( $m \in M$ ) позиції з координатами  $x_j, y_j$ , розміщення на яких елементів буде формувати варіанти участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень, що породжують стратегії сторони А:  $a_1, a_2, \dots, a_j, j \in \{1, 2, \dots, m\}$ . Для кожного сполучення  $i$ -го варіанту дій злочинців та  $j$ -го варіанту участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень розрачуємо ймовірність виконання завдання  $P_{zij}$  згідно з формулою (1).

Таким чином, одержимо матрицю  $\|P_{zij}\|$ ,

де  $j$  – порядковий номер варіанта участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень;

$i$  – номер варіанта дій злочинців;

$P_{zij}$  – значення ймовірності виконання завдання для  $j$ -го варіанта участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень при діях злочинців за  $i$ -тим варіантом.

Згідно основної теореми теорії ігор, кожна кінцева гра має, принаймні, одне рішення (можливо в області змішаних варіантів). Виграш, одержуваний у результаті вирішення гри, називається ціною гри ( $v$ ). З теореми [4] доведено, що шукана ціна гри знаходиться між її нижньою та верхньою ціною (межею) гри.

$$\alpha \leq v \leq \beta;$$

$$\alpha = \max_j \min_i P_{zij};$$

$$\beta = \min_i \max_j P_{zij}.$$

Здійснюючи пошук «мінімаксу» – мінімізація максимального виграшу для злочинців і «максиміну» – максимізація мінімального програшу для своїх військ [5, 6], можна знайти нижню і верхню ціну гри для показника ефективності дій ВЧВВ.

Припустимо, що у ВВ застосовується набір допустимих варіантів участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень  $S_A^*$ , а злочинці діють за варіантом  $B_j$ . Тоді середня ефективність дій буде дорівнювати:

$$P_{3j} = g_1 P_{31j} + g_2 P_{32j} + \dots + g_m P_{3mj};$$

$$(j = 1, 2, \dots, m),$$

де  $g_1, g_2, \dots, g_m$  – ймовірність застосування чистих стратегій сторони А.

Набір допустимих варіантів  $S_A^*$  має таку ефективність, що при будь-якому варіанті застосування злочинців забезпечується ефективність дій ВЧВВ не менше  $v$ ; значить любе з чисел  $P_{3j}$  не може бути менше  $v$ . Отримуємо ряд умов:

$$\left. \begin{aligned} g_1 P_{311} + g_2 P_{321} + \dots + g_m P_{3m1} &\geq v, \\ g_1 P_{312} + g_2 P_{322} + \dots + g_m P_{3m2} &\geq v, \\ \dots &\dots \\ g_1 P_{31m} + g_2 P_{32m} + \dots + g_m P_{3mm} &\geq v. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Розділимо нерівність (2) на додатну величину  $v$  і введемо позначення:

$$x_1 = \frac{g_1}{v}; \quad x_2 = \frac{g_2}{v}; \quad \dots, \quad x_m = \frac{g_m}{v}. \quad (3)$$

Тоді умова (2) запишеться у вигляді:

$$\left. \begin{aligned} P_{311}x_1 + P_{321}x_2 + \dots + P_{3m1}x_m &\geq 1, \\ P_{312}x_1 + P_{322}x_2 + \dots + P_{3m2}x_m &\geq 1, \\ \dots &\dots \\ P_{31m}x_1 + P_{32m}x_2 + \dots + P_{3mm}x_m &\geq 1, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

де  $x_1, x_2, \dots, x_m$  – невід'ємні змінні.

В силу (3) і того, що  $g_1 + g_2 + \dots + g_m = 1$ , змінні  $x_1, x_2, \dots, x_m$  задовольняють умові

$$x_1 + x_2 + \dots + x_m = \frac{1}{v}. \quad (5)$$

Потрібно щоб ефективність дій була максимально можливою; явно, при цьому права частина (5) приймає мінімальне значення.

Таким чином, задача знаходження набору допустимих варіантів участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень зводиться до такої математичної задачі.

Визначити додатні значення змінних  $x_1, x_2, \dots, x_m$  так, щоб вони задовольняли лінійним обмеженням (4) і при цьому їх лінійна функція

$$L = x_1 + x_2 + \dots + x_m$$

оберталась в мінімум.

Дана задача є типовою задачею лінійного програмування.

Знаходження рішення задачі лінійного програмування складається з двох етапів [4]:

- 1) знаходження опорного рішення;
- 2) знаходження оптимального рішення, що мінімізує лінійну функцію  $L$ .

Якщо число змінних в рівняннях (4) на два більше ніж число незалежних рівнянь, то можливо два з них вибрати в якості вільних, допустимо  $x_1$  і  $x_2$ , а решту зробити базисними і виразити їх через вільні. Тоді отримаємо рівняння, а так, як всі змінні повинні бути невід'ємними, то повинні виконуватись умови:

$$\begin{aligned} x_3 &= P_{311}x_1 + P_{321}x_2 - 1 \geq 0, \\ x_4 &= P_{312}x_1 + P_{322}x_2 - 1 \geq 0, \\ &\dots\dots\dots \\ x_m &= P_{31m}x_1 + P_{32m}x_2 - 1 \geq 0. \end{aligned}$$

Зобразимо дані умови геометрично і отримаємо область допустимих варіантів участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень (рис. 1).

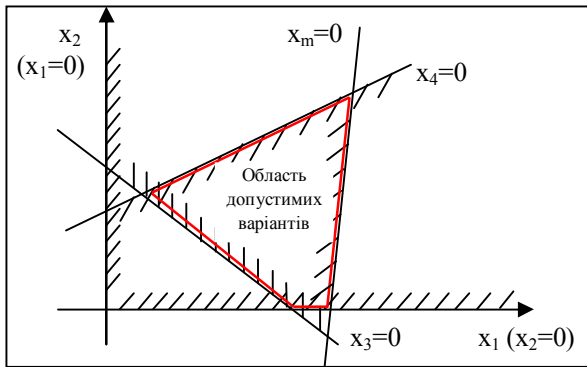


Рис. 1. Область допустимих варіантів

Але якщо число вільних змінних буде більше трьох, то геометрична інтерпретація знаходження рішення виведе нас за область трьохвимірного простору і втратить свою наглядність. Тоді для знаходження рішення задачі лінійного програмування будемо застосовувати найбільш універсальний симплекс-метод.

Для цього перейдемо від умов-нерівності (4) до умов-рівності:

$$\begin{aligned} y_1 &= -1 - (-P_{311}x_1 - P_{321}x_2 - \dots - P_{3n1}x_m), \\ y_2 &= -1 - (-P_{312}x_1 - P_{322}x_2 - \dots - P_{3n2}x_m), \\ &\dots\dots\dots \\ y_m &= -1 - (-P_{31m}x_1 - P_{32m}x_2 - \dots - P_{3nm}x_m). \end{aligned}$$

Заповнимо симплекс-таблицю (табл. 1).

Таблиця 1

Симплекс-таблиця

	Вільний член	$x_1$	$x_2$	...	$x_m$
$y_1$	-1	$P_{311}$	$P_{321}$	...	$P_{3n1}$
$y_2$	-1	$P_{312}$	$P_{322}$	...	$P_{3n2}$
...	...	...	...	...	...
$y_m$	-1	$P_{31m}$	$P_{32m}$	...	$P_{3nm}$

Знаходження рішення задачі лінійного програмування зручно виконувати за допомогою табличного алгоритму заміни базисних змінних. При цьому необхідно виконати такі операції [4]:

1. Виділити в таблиці елемент  $P_{3j}$ , що розв'язується. Вирахувати його зворотну величину

$\lambda = \frac{1}{P_{3j}}$  і записати в нижню частину тієї ж комірки

(в правому нижньому куту).

2. Всі елементи рядка, що розв'язується (крім самого  $P_{3j}$ ) помножити на  $\lambda$ ; результат записати в нижню частину тієї ж комірки.

3. Всі елементи стовпця, що розв'язується, (крім самого  $P_{3j}$ ) помножити на  $-\lambda$ ; результат записати в нижню частину тієї ж комірки.

4. Підкреслити (або виділити іншим способом) в рядку, що розв'язується, всі верхні числа (колишні елементи), за винятком комірки самого елемента, що розв'язується, а в стовпці, що розв'язується, – всі нижні числа (нові елементи), за винятком самого елемента, що розв'язується.

5. Для кожного з елементів, які не належать ні до рядка, що розв'язується, ні до стовпця, що розв'язується, записати в нижню частину комірки добуток виділених чисел, які стоять у тому ж рядку і в тому ж стовпці, що і даний елемент.

6. Переписати таблицю, замінив,

$$x_j \text{ на } u_i;$$

елементи рядка і стовпця, що розв'язується, числами, які стоять в нижній частині тієї ж комірки;

кожний з решти елементів – сумою чисел, які стоять у верхній і нижній частинах тієї ж комірки.

Вирішивши задачу знайдемо область допустимих змішаних стратегій для сторони А, яка буде дорівнювати:

$$g_j^* = \frac{x_j^*}{L^*}, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

При цьому значення гри (максимальний середній виграш сторони А) дорівнює величині

$$v = \frac{1}{L^*}.$$

### Висновки

Таким чином, одержана антагоністична матрична гра двох гравців з нульовою сумою. Її рішення визначає ступінь доцільності вибору того чи іншого варіанту, які будуть складати область допустимих варіантів участі військової частини внутрішніх військ у припиненні масових заворушень.

### Список літератури

1. Синтез адаптивних структур систем зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка їх ефективності (теорія, практика, тенденції розвитку): монографія / А.Я. Горючін, І.О. Кириченко, М.О. Єрмошин та ін. – Х.: ХУПС, 2006. – 348 с.
2. Теорія прийняття рішень органами військового управління: монографія / В.І. Ткаченко, Є.Б. Смірнов та ін. / за ред. В.І. Ткаченка, Є.Б. Смірнова. – Х.: ХУПС, 2008. – 545 с.
3. Єрмошин М.О. Пропозиції щодо рішення коман-

дира військової частини внутрішніх військ на участь у припиненні масових заворушень / М.О. Єрмошин, І.Ю. Бірюков, С.П. Купін // Честь і закон – Х.: АВВ МВС України, 2010. – Вип. 1. – С. 31-38.

4. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Сов. радио, 1972. – 550 с.

5. Новиков Д.А. Прикладные модели информационного управления / Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. – М.: ИПУ РАН, 2004. – 129 с.

6. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М.: МПСИ, 2005. – 58 с.

7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вент-

цель. – М.: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1958. – 463 с.

8. Шулежко В.В. Математична модель визначення області варіантів структури системи зенітного ракетного прикриття / В.В. Шулежко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУ ПС, 2011. – Вип. 3(29). – С. 28-32.

Надійшла до редколегії 17.10.2011

Рецензент: д-р військ. наук, проф. Г.А. Дробаха, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

#### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТИ ВАРИАНТОВ УЧАСТИЯ ВОИНСКОЙ ЧАСТИ ВНУТРЕННИХ ВОЙСК В ПРЕКРАЩЕНИИ МАССОВЫХ БЕСПОРЯДКОВ**

М.А. Ермошин, В.В. Шулежко, С.П. Купин, М.М. Романюк

*В статье разработаны предложения относительно определения области допустимых вариантов участия воинской части внутренних войск в прекращении массовых беспорядков.*

**Ключевые слова:** вариант участия воинской части внутренних войск в прекращении массовых беспорядков, эффективность действий внутренних войск, теория игр.

#### **OFFERS CONCERNING DEFINITION OF AREA OF VARIANTS PARTICIPATIONS OF MILITARY UNIT OF INTERNAL ARMIES IN THE TERMINATION OF MASS DISORDERS**

M.O. Ermoshin, V.V. Shulezhko, S.P. Kupin, M.M. Roman'uk

*In article offers concerning definition of area of admissible variants of participation of military unit of internal armies in the termination of mass disorders are developed.*

**Keywords:** Variant of participation of military unit of internal armies in the termination of mass disorders, efficiency of actions of internal armies, the theory of games.