

УДК 001.891.54-021.55:355.421/.422.:351.743(477)343.391

DOI 10.26697/9786177089000.2017.201

© Городнов В. П., Суконько С. М., Овчаренко В. В., 2017

**Городнов Вячеслав Петрович,  
Суконько Сергій Миколайович,****Овчаренко Вячеслав Володимирович**

Національна академія Національної гвардії України

**ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ  
НЕПОВНО ДОСТУПНИХ СИСТЕМ МАСОВОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ  
БОЙОВИХ ДІЙ ПІДРОЗДІЛУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ  
УКРАЇНИ З ОЗБРОЄНИМИ ЗЛОЧИНЦЯМИ**

*Застосування теореми і методу аналізу груп станів марковських процесів з безперервним часом і дискретними станами дозволило отримати аналітичний опис фінальних ймовірностей для неповно доступної системи масового обслуговування та розширити можливості врахування умов виконання бойових завдань підрозділами Національної гвардії України.*

**Ключові слова:** бойові дії, математичний апарат неповно доступних систем масового обслуговування.

**Проблема, її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Відповідно до Закону [1], одним із завдань військових частин Національної гвардії України (НГУ) є охорона важливих державних об'єктів. Особовий склад варті, яка виділяється з цією метою, може бути атакований озброєними злочинцями і тому повинен перебувати в постійній готовності до ведення бою. Високий рівень невизначеності даних про озброєних злочинців затрудняє прогноз їх дій і відповідно планування бойових дій особового складу варті. Можна визначити лише передбачувану область нападу та орієнтовну кількість озброєних злочинців. В свою чергу, військовослужбовці варті, у разі нападу, розміщуються по всій протяжності рубежу блокування і мають обмежену, індивідуальну для кожного військовослужбовця зону обстрілу противника.

Відмічені просторові та інформаційні особливості породжують проблему теорії і практики прогнозу випадкових процесів бойових дій особового складу варті і приводять до необхідності моделювання бою з урахуванням неповної доступності озброєних злочинців для обстрілу військовослужбовцями варті.

Рішення може бути знайдено з використанням марковської моделі неповно доступної системи масового обслуговування (СМО) [2].

**Аналіз публікацій (виділення невирішених проблем).** Моделювання бойових дій займалися провідні вчені такі як Вентцель Е. С. [3], Ткаченко П. М. [4], Чуєв В. Ю. [5]. Однак застосовані в цих роботах методи аналітико-стохастичного моделювання та динаміки середніх не передбачають врахування зон обстрілу противника, які характеризуються обмеженням та індивідуальністю для кожного бійця і властиві для військовослужбовців варти при вогневому протистоянні озброєним злочинцям.

**Мета статті** полягає у моделюванні бойових дій підрозділу національної гвардії України з озброєними злочинцями з використання математичного апарату неповно доступних систем масового обслуговування.

**Виклад основного матеріалу, обґрунтування результатів дослідження.** Особливістю бойового порядку особового складу варти на рубежі блокування є велика розкиданість позицій військовослужбовців по всій протяжності рубежу, різнотипність зон обстрілу противника, що приводить до появи вектора чисел доступності вимог каналам обслуговування  $\{m_i\}$  і ускладнює застосування одномірних моделей.

З метою формалізації сукупності процесів вогневих контактів військовослужбовців варти, що можуть розміщуватися по всій протяжності рубежу блокування, припустимо, що в загальній зоні обстрілу противника існує область з  $\gamma$  – кратним перекриттям зон ураження військовослужбовців, що мають номери  $i_1 \dots i_\gamma$  (з  $\gamma$  – слойністю). При появі озброєних злочинців (далі цілей) в такій області їх обстріл можливий будь-яким із названих військовослужбовців. Визначимо ймовірність того, що ціль виявиться доступною для обстрілу частині (підгрупі) варти символом  $Q_{i_1 \dots i_\gamma}$ . В зоні обстрілу противника з  $\gamma$  – слойністю може бути декілька ( $\xi_\gamma$  ділянок). Тоді при рівноймовірному виході озброєних злочинців на рубіж блокування в будь-якій точці зони обстрілу буде справедливим припущення про те, що наступний озброєний злочинець може з однаковою ймовірністю бути доступним для обстрілу будь-якій підгрупі із  $\gamma$  військовослужбовців, тобто:

$$Q_{i_1 \dots i_\gamma} = 1_\gamma. \quad (1)$$

де  $Q_{i_1 \dots i_\gamma}$  – ймовірність того, що озброєні злочинці виявляться доступними для обстрілу підгрупи із  $\gamma$  військовослужбовців варті;

$I_\gamma$  – ймовірність доступності наступних озброєних злочинців для обстрілу будь-якій підгрупі із  $\gamma$  військовослужбовців.

Число таких підгруп  $\xi_\gamma$  у складі варті, до якої входить  $n$  військовослужбовців, не перевищує число сполучень  $C_n^\gamma$ , адже одні і ті ж самі військовослужбовці можуть приймати участь в формуванні різних ділянок, тобто входити у різні підгрупи військовослужбовців, і не може бути меншим одиниці, оскільки по умовам ділянка з  $\gamma$ -ю слойністю існує, тобто  $1 \leq \xi_\gamma \leq C_n^\gamma$ .

Чисельність підгруп із  $n$  військовослужбовців у складі варті на всій протяжності рубежу блокування буде дорівнювати [2]:

$$\xi_\gamma = f(C_3) \cdot C_n^\gamma, \quad (2)$$

де  $C_3$  – середня слойність зони;

$f(C_3)$  – емпірична залежність, що отримується для типових підгруп варті;

$C_n^\gamma$  – число сполучень військовослужбовців підгруп варті.

У цьому випадку ймовірність того, що наступний озброєний злочинець виявиться доступним для обстрілу рівно  $\gamma$  військовослужбовцям одночасно, знайдемо з урахуванням усіх можливих підгруп військовослужбовців:

$$\Pi_\gamma = \xi_\gamma \cdot I_\gamma, \quad (3)$$

звідки випливає:

$$I_\gamma = \Pi_\gamma / \xi_\gamma, \quad \gamma = \overline{0, n}. \quad (4)$$

де  $I_\gamma$  – ймовірність доступності наступних озброєних злочинців для обстрілу будь-якій підгрупі із  $\gamma$  військовослужбовців;

$\Pi_\gamma$  – ймовірність того, що наступний озброєний злочинець виявиться доступним для обстрілу рівно  $\gamma$  військовослужбовцям одночасно;

$\xi_\gamma$  – чисельність підгруп із  $n$  військовослужбовців у складі варту на всій протяжності рубежу блокування.

Ймовірність того, що наступний озброєний злочинець виявиться доступним для обстрілу рівно  $\gamma$  військовослужбовцям для прийнятих припущень приблизно може бути оцінена:

$$\Pi_\gamma = \frac{V_\gamma}{V}, \quad \gamma = \overline{0, n}. \quad (5)$$

де  $V_\gamma$  – просторовий об'єм зони обстрілу з  $\gamma$  кратним перекриттям зон поразки військовослужбовців варту;

$V$  – сумарний об'єм простору місцевості в районі рубежу блокування.

Відмітимо, що:

$$\sum_{\gamma=0}^n \Pi_\gamma = 1, \quad (6)$$

при цьому середня слоїність зони обстрілу, що є узагальненою характеристикою бойового порядку варту, має вид:

$$C_3 = \sum_{\gamma=1}^n \gamma \cdot \Pi_\gamma, \quad (7)$$

де  $\Pi_\gamma$  – ймовірність того, що наступний озброєний злочинець виявиться доступним для обстрілу рівно  $\gamma$  військовослужбовцям.

Постановка математичної задачі. В неповно доступну систему масового обслуговування  $M/M/n$  з втратами і вектором ймовірностей доступності вимог каналам обслуговування  $\{\Pi_\gamma\}$  поступає потік вимог з інтенсивністю  $I$ . Якщо вимога застає декілька каналів, яким вона доступна, то для обслуговування вибирається будь-який із цих каналів на вдачу. Обслуговування, що розпочалося, реалізується повністю. Вимоги, які застали «свої» канали зайнятими, проходять систему масового обслуговування не обслуженими. Час обслуговування має показниковий розподіл з параметром:

$$\mu = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \mu_i, \quad (8)$$

де  $\mu_i = T_{\text{ц}}^{-1}$  – величина, зворотна середньому часу циклу стрільби  $i$ -го військовослужбовця.

Задача полягає у знаходженні аналітичних виразів для фінальних ймовірностей  $P_k$ ,  $k = \overline{1, n}$  таких станів процесу обслуговування, при яких в системі знаходиться рівно  $n$  вимог, що відповідає зайнятості рівно  $k$  каналів, і у визначенні ймовірностей обслуговування вимог.

Граф моделі матиме стани  $S_{i,j}$ , із зазначенням індивідуальних номерів зайнятих каналів і кількістю станів  $2^n$ , що робить аналітичний опис фінальних ймовірностей системи важким для реалізації. Однак, застосування методу аналізу груп станів [2] дозволяє отримати диференціальні рівняння групових станів, та врахувати особливості виконання завдань з охорони об'єктів:

$$\left. \begin{aligned} P_0 &= \left[ 1 + \sum_{k=1}^3 \frac{\rho^k}{k!} \cdot \prod_{i=1}^k \alpha_i (3+1-i) \right]^{-1} ; \\ P_1 &= P_0 \cdot \rho \alpha_1 \cdot 3; \\ P_2 &= P_0 \cdot \frac{\rho^2}{2} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot 3 \cdot 2; \\ P_3 &= P_0 \cdot \frac{\rho^3}{2 \cdot 3} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot 3 \cdot 2, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

де  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ , та  $P_k$  – ймовірність стану, при якому зайняті рівно  $k$

каналів.

**Висновки, перспективи.** Таким чином, використання апарату аналізу груп станів [2] процесу вогневого бою дозволило отримати опис марковської моделі неповно доступної системи масового обслуговування з вектором  $\{\Pi_j\}$  ймовірностей допустимості вимог каналам обслуговування, що відкриває можливість урахування в моделі бою структури бойового порядку варті по всій протяжності рубежу блокування з подальшою побудовою конфліктних моделей бою.

### Література

1. Про Національну гвардію України : Закон України від 13.03.2014 р. № 876-VII // Офіц. вісн. України. – 2014. – № 24.
2. Городнов В. П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений войск ПВО / В. П. Городнов. – Х. : ВИРТА ПВО, 1987. – 380 с.
3. Вентцель Е. С. Исследование операций / Е. С. Вентцель. – М. : Советское радио, 1972. – 552 с.

4. Ткаченко П. М. Математические модели боевых действий / П. М. Ткаченко, Л. Н. Куцев, Г. А. Мещеряков, А. М. Чавкин, А. Д. Чебыкин. – М. : Советское радио, 1969. – 240 с.

5. Чуев В. Ю. Исследование операций в военном деле / В. Ю. Чуев. – М. : Военное издательство Министерства обороны СССР, 1970. – 256 с.

**Вячеслав Городнов, Сергей Суконько, Вячеслав Овчаренко.**  
**Применение математического аппарата неполнодоступных систем массового обслуживания для моделирования боевых действий подразделения Национальной гвардии Украины с вооруженными преступниками.**

*Применение теоремы и метода анализа групп состояний марковских процессов с непрерывным временем и дискретными состояниями позволило получить аналитическое описание финальных вероятностей для неполнодоступной системы массового обслуживания и расширить возможности учета условий выполнения боевых задач подразделениями Национальной гвардии Украины.*

**Ключевые слова:** боевые действия, математический аппарат неполнодоступных систем массового обслуживания.

**Viacheslav Gorodnov, Sergey Sukonko, Viacheslav Ovcharenko.**  
**The application of mathematical instrument of mass service partially-accessible systems for modeling of combat actions of the National Guard of Ukraine unit in regard to armed criminals.**

*The application of the theorem and method of analysis of group conditions of continuous-time Markovian processes with discrete conditions gave an opportunity to get the analytical description of the final probabilities for the mass service partially-accessible system and to enhance the capabilities for accountability of conditions of performance of combat missions by the NGU units.*

**Key words:** combat actions, mathematical instrument of mass service partially-accessible systems.

Стаття надійшла до редакційної колегії 27.10.2017

**Інформація про авторів:**

**Городнов Вячеслав Петрович** – доктор військових наук, професор, Національна академія Національної гвардії України.

**Суконько Сергій Миколайович** – ад'юнкт, Національна академія Національної гвардії України.

**Овчаренко В'ячеслав Володимирович** – Начальник командно-штабного факультету, Національна академія Національної гвардії України.