

УДК 355.511.43 – 531.7

В. П. Городнов, С. М. Свистович, В. В. Овчаренко

**ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ВОГНЕВИХ КОНТАКТІВ  
ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ПІДРОЗДІЛІВ  
СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДО ВИКОНАННЯ БОЙОВОГО ЗАВДАННЯ  
ПО ЗНЕШКОДЖЕННЮ ОЗБРОЄНИХ ЗЛОЧИНЦІВ**

*Розглянуто варіант моделі прогнозування динаміки показників процесу вогневих контактів для виявлення й оцінювання підготовленості військовослужбовців підрозділів спеціального призначення до виконання бойового завдання по знешкодженню озброєних злочинців.*

**Постановка проблеми.** Специфічний характер завдань [1, 2], покладених на підрозділи спеціального призначення внутрішніх військ, вимагає від військовослужбовців високого рівня підготовленості та його оцінювання, тому що під час виконання завдань частіше за все доводиться діяти в обстановці реальної небезпеки, насиченої критичними ситуаціями.

Підготовленість [6] військовослужбовців підрозділів спеціального призначення (далі військовослужбовці) – це стан готовності до виконання бойових завдань за призначенням, здатність виконувати ці завдання.

Для військовослужбовців, які пройшли курс навчання за програмою [3] та показали тверді знання і навички з усіх предметів бойової підготовки, щороку проводяться кваліфікаційні випробування на право носіння “крапового берета” за умовами, визначеними у Положенні [4].

За допомогою кваліфікаційних випробувань командування військових частин спеціального призначення визначає військовослужбовців з найбільш високою індивідуальною підготовкою до дій по знешкодженню озброєних злочинців, звільненню заручників та виконанню інших завдань у критичних ситуаціях і за надзвичайних обставин. За умовами кваліфікаційних іспитів учасники здійснюють воєнізований крос зі стрільбою з автомата та подоланням природних і штучних перешкод, долають смугу перешкод, виконують силові вправи, стрільбу з автомата, демонструють мистецтво рукопашного бою, проводять поєдинки з універсального бою. Результати, які показали військовослужбовці в секундах, рухах (силові вправи) та очках (стрільба), переводяться згідно з таблицею [4] у бали. Військовослужбовцям, які набрали необхідну суму балів за виконання вправ та виконали вимоги щодо результатів участі у змаганнях з універсального бою, присвоюється відповідний кваліфікаційний рівень.

Під час іспитів вправи виконують за визначеними умовами, і результати виконання

вправ дають змогу оцінити саме ці вправи, до яких усі учасники підготувалися завчасно і неодноразово їх виконували. Якщо умови вправ змінили, то і результати будуть інші. Як підсумок – результати іспитів більшою мірою вказують на підготовку [6] військовослужбовців до іспитів, а не на підготовленість до виконання бойових завдань за призначенням.

За результатами такої перевірки можливість виконання майбутніх бойових завдань не оцінюється, а саме не визначаються можливі втрати сторін, не оцінюються вимірвальні параметри рівня бойової підготовки бійців:

- тривалість часу кожного вогневого контакту бійця з противником;
- точність ведення вогню під час вогневого контакту;
- імовірність ураження бійця під час кожного вогневого контакту.

Існуючі іспити не містять способу переходу від отриманих оцінок до прогнозу результатів виконання бойового завдання, тому немає можливості оцінити очікуваний ефект його виконання. Бальна оцінка не пов'язана безпосередньо з оцінюванням очікуваних результатів виконання бойового завдання.

Таким чином, постає питання щодо розроблення моделі процесу бойових дій, яка повинна забезпечити виявлення вимірвальних параметрів підготовленості військовослужбовців та прогноз результатів виконання ними бойових завдань при значеннях параметрів підготовленості, які є у військовослужбовців.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У статті [7] запропоновано найпростішу модель, що відображає динаміку можливих результатів вогневих контактів окремого військовослужбовця й озброєного злочинця у випадку, коли військовослужбовець першим виявляє озброєного злочинця. За таких умов виникає вогневий контакт між військовослужбовцем і злочинцем.

Модель [7] не відображає ситуацію, коли озброєний злочинець має можливість сховатися від військовослужбовця або спробувати обійти його зі

спини за наявності обхідних шляхів. Ця ситуація дає злочинцеві перевагу у вогневому контакті, тобто можливість першим уразити військовослужбовця. Збільшується кінцева ймовірність ураження військовослужбовця, що може призвести до його загибелі і до невиконання бойового завдання. Про вирішення такої ситуації йтиметься у цій статті.

**Мета статті** – побудова варіанта найбільш загальної моделі прогнозування динаміки показників процесу вогневих контактів між військовослужбовцями й озброєними злочинцями для оцінювання підготовленості військовослужбовців підрозділів спеціального призначення до виконання бойового завдання по знешкодженню озброєних злочинців.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо варіант моделі процесу вогневих контактів між військовослужбовцями й озброєними злочинцями на прикладі затримання (знешкодження) озброєних злочинців у будівлі.

Об'єктом моделювання є бій військовослужбовців з озброєними злочинцями у будівлі. Бій містить процеси вогневих контактів військовослужбовців з озброєними злочинцями.

З огляду на принципову невизначеність інформації про противника і випадковість розвитку кожного вогневого контакту основними показниками ефективності доцільно вибрати значення математичних сподівань втрат сторін.

Кожен результат бою можна передбачити лише з деякою ймовірністю.

Так, результатами кожного вогневого контакту (бою) можуть бути:

- 1) знищення озброєного злочинця (з ймовірністю  $P_{zn}$ );
- 2) незнищення озброєного злочинця (з ймовірністю  $1-P_{zn}$ );
- 3) ураження військовослужбовця (з ймовірністю  $P^*$ );
- 4) неуразення військовослужбовця (з ймовірністю  $1-P^*$ );
- 5) комбінації подій 1–4.

Припустимо, що вогневі дуелі військовослужбовців виникають тільки з поодинокими озброєними злочинцями. Перерахуємо всі істотні для цілей моделювання можливі стани процесу бойових дій військовослужбовців. Для позначення станів використаємо символ  $S$  (від англ. *state* – стан), який доповнимо індексами  $S_{ij}$ . Перший індекс  $i$  будемо використовувати для позначення кількості уражених у цьому стані бійців, другий

індекс  $j$  – для позначення кількості обстрілюваних ( $i$  таких, що знищуються) у цьому стані злочинців.

Тоді з огляду на можливість обстрілу і знищення злочинців виділимо три основних стани військовослужбовця (рис. 1) у процесі бойових дій:

- 1)  $S_{00}$  – неуразений, вільний;
- 2)  $S_{01}$  – неуразений, обстрілює одного озброєного злочинця;
- 3)  $S_{10}$  – уражений, озброєних злочинців не обстрілює.

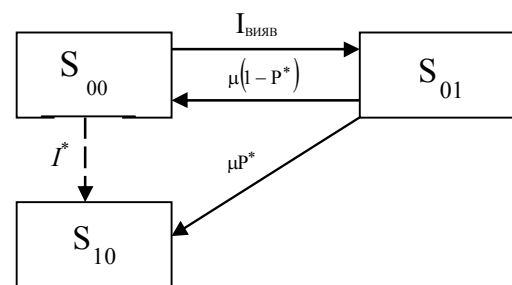


Рис. 1. Граф аналітико-стохастичної моделі бойових дій бійця з озброєним злочинцем

Перехід із стану  $S_{00}$  у стан  $S_{01}$  можливий у разі виявлення наступного злочинця на маршруті руху бійця. Частота таких переходів буде визначатися інтенсивністю виявлення злочинців військовослужбовцем  $I_{вияв}$  (частотою вогневих контактів), значення якої можна приблизно оцінити так:

$$I_{вияв} = I \cdot P_{вияв}; \quad (1)$$

$$I = \frac{N_{тер}}{t_{бд}}; \quad (2)$$

де  $P_{вияв}$  – ймовірність виявлення озброєного злочинця військовослужбовцем на шляху руху;  $I$  – інтенсивність руху військовослужбовця біля озброєних злочинців;  $N_{тер}$  – очікувана кількість злочинців у групі;  $t_{бд}$  – очікуване значення часу (тривалості) бойових дій.

Кожний вогневий контакт військовослужбовця зі злочинцем триває деякий випадковий час, математичне сподівання якого  $T_{cp} = 1/\mu$  і ймовірність ураження військовослужбовця  $P^*$  ( $0 < P^* \leq 1$ ) під час дуельного бою. Контакт може закінчитися ураженням військовослужбовця (перехід із стану  $S_{01}$  у стан  $S_{10}$ ) або з ймовірністю  $(1 - P^*)$  може мати сприятливий для військовослужбовця результат, що викликає перехід із стану  $S_{01}$  у стан  $S_{00}$  (див. рис. 1).

Крім того, ураження військовослужбовця може

настати (перехід із стану  $S_{00}$  у стан  $S_{10}$ ) у випадку несвоєчасного виявлення (невиявлення взагалі) злочинця, який сховався або обійшов військовослужбовця ззаду за наявності обхідних шляхів. Перехід буде визначатися інтенсивністю невиявлення, значення якої можна приблизно оцінити так:

$$\Gamma^* = I \cdot (1 - P_{\text{вияв}}) \cdot P_{\text{ураж}}, \quad (3)$$

де  $P_{\text{ураж}}$  – імовірність ураження військовослужбовця, який не виявив озброєного злочинця і не ввійшов з ним у вогневий контакт.

Кожен злочинець може бути знищений з імовірністю  $P_{\text{зн}}$ . Не знищений злочинець виходить із вогневого контакту (бою).

Для отриманої моделі бою (див. рис. 1) система диференціальних рівнянь Чепмена – Колмогорова, що описують імовірності  $P_{ij}$  кожного стану  $S_{ij}$  моделі, має вигляд

$$\begin{aligned} P'_{00} &= (-I - \Gamma^*) \cdot P_{00} + \mu \cdot (1 - P^*), \\ P'_{01} &= -\mu \cdot P_{01} + I \cdot P_{00}, \\ P'_{10} &= \Gamma^* \cdot P_{00} + \mu \cdot P^* \cdot P_{01}. \end{aligned} \quad (4)$$

Для стислості тут і далі позначення залежності ймовірностей станів бою від часу упушено.

Після інтегрування знаходимо вирази для ймовірностей кожного стану процесу (див. рис. 1):

$$\begin{aligned} P_{00} &= c_1 \cdot e^{\lambda_1 t} + c_2 \cdot e^{\lambda_2 t}, \\ P_{01} &= \frac{(\lambda_1 + I + \Gamma^*)}{\mu(1 - P^*)} \cdot c_1 \cdot e^{\lambda_1 t} + \frac{(\lambda_2 + I + \Gamma^*)}{\mu(1 - P^*)} \cdot c_2 \cdot e^{\lambda_2 t}, \\ P_{10} &= 1 - \left[ \left( 1 + \frac{(\lambda_1 + I + \Gamma^*)}{\mu(1 - P^*)} \right) \cdot c_1 \cdot e^{\lambda_1 t} + \left( 1 + \frac{(\lambda_2 + I + \Gamma^*)}{\mu(1 - P^*)} \right) \cdot c_2 \cdot e^{\lambda_2 t} \right], \end{aligned} \quad (5)$$

де

$$c_1 = \frac{\lambda_2 + I + \Gamma^*}{\lambda_2 - \lambda_1}, \quad c_2 = \frac{-\lambda_1 - I - \Gamma^*}{\lambda_2 - \lambda_1}; \quad (6)$$

$\lambda_1, \lambda_2$  – значення коренів характеристичного рівняння системи лінійних однорідних диференціальних рівнянь (4).

Математичне сподівання  $n_6(t)$  кількості вогневих контактів (атакованих озброєних злочинців) до моменту бойових дій  $t$  пропорційне часу перебування військовослужбовця у стані  $S_{01}$  і його “продуктивності”  $\mu = 1/T_{\text{сп}}$ :

$$\begin{aligned} n_6(t) &= \mu \cdot \int_0^t P_{01}(\tau) d\tau = \\ &= \frac{1}{1 - P^*} \cdot \left[ \left( c_1 \cdot \frac{\lambda_1 + I + \Gamma^*}{\lambda_1} \cdot (e^{\lambda_1 t} - 1) \right) + \left( c_2 \cdot \frac{\lambda_2 + I + \Gamma^*}{\lambda_2} \cdot (e^{\lambda_2 t} - 1) \right) \right]. \end{aligned} \quad (7)$$

Математичне сподівання  $N_{\text{зн}}(t)$  кількості знищених злочинців пропорційне числу вогневих контактів  $n_6(t)$ :

$$N_{\text{зн}}(t) = P_{\text{зн}} \cdot n_6(t). \quad (8)$$

Визначимо граничні значення математичних сподівань числа вогневих контактів  $n_{6\infty}$  (атакованих озброєних злочинців) і кількості знищених злочинців  $N_{\text{зн}\infty}$  при необмежених боєкомплекті, часі бойових дій і кількості злочинців у групі. Для цього у формулі (7) перейдемо до границі, коли час наближається до нескінченності, одержимо:

$$n_{6\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} n_6(t) = \frac{I}{\Gamma^* + I P^*}; \quad (9)$$

$$N_{\text{зн}\infty} = P_{\text{зн}} \cdot n_{6\infty} = \frac{I P_{\text{зн}}}{\Gamma^* + I P^*}. \quad (10)$$

У результаті кожного вогневого контакту здійснюється ураження військовослужбовця з імовірністю  $P^*$ , тому математичне сподівання  $n_{\text{ур}}(t)$  кількості уражених військовослужбовців можна знайти за формулою

$$n_{\text{ур}}(t) = 1 - \left[ \left( 1 + \frac{(\lambda_1 + I + \Gamma^*)}{\mu(1 - P^*)} \right) \cdot c_1 \cdot e^{\lambda_1 t} + \left( 1 + \frac{(\lambda_2 + I + \Gamma^*)}{\mu(1 - P^*)} \right) \cdot c_2 \cdot e^{\lambda_2 t} \right]. \quad (11)$$

Отримана сукупність формул, що дозволяє оцінити очікувані втрати сторін на будь-який момент часу бойових дій, істотно залежить від імовірностей:

- ураження  $P^*$  військовослужбовця підрозділу спеціального призначення під час вогневого контакту;
- виявлення  $P_{\text{вияв}}$  озброєного злочинця військовослужбовцем на шляху руху;
- знищення  $P_{\text{зн}}$  озброєного злочинця;
- ураження  $P_{\text{ураж}}$  військовослужбовця, який не виявив озброєного злочинця і не ввійшов з ним у вогневий контакт;
- продуктивності  $\mu$  військовослужбовця (знешкодження озброєного злочинця під час вогневого контакту).

Підвищення рівня підготовленості бійця змінює ймовірності у позитивний бік і збільшує середню кількість вогневих дуелей до моменту його можливого ураження.

Розглянемо дві моделі: модель бойових дій військовослужбовця з озброєним злочинцем (модель А) у випадку, коли військовослужбовець

першим виявляє злочинця ( $P_{\text{вияв}} = 1$ ), та модель бойових дій військовослужбовця з озброєним злочинцем (модель Б) у випадку, коли припускається першість виявлення сторони противника як військовослужбовцем, так і озброєним злочинцем ( $P_{\text{вияв}} < 1$ ).

На рис. 2 графічно відображені очікувані результати бойових дій  $n_{\text{ур}}(t)_A$ ,  $N_{\text{зн}}(t)_A$ ,  $n_{\text{ур}}(t)_B$ ,  $N_{\text{зн}}(t)_B$  за моделями А і Б.

$M_t$ , од.

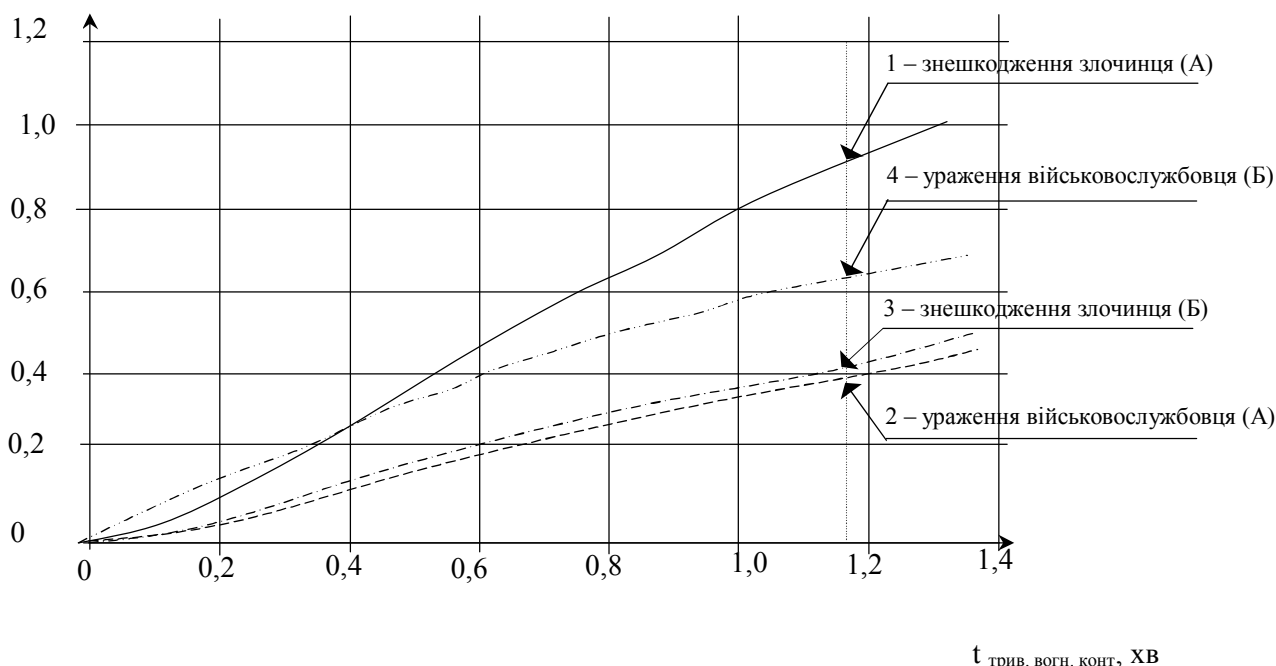


Рис. 2. Визначення математичного сподівання ураження військовослужбовця та знешкодження озброєного злочинця від тривалості часу вогневого контакту

Обидві моделі мають однакову інтенсивність руху військовослужбовця біля озброєних злочинців, продуктивність військовослужбовця, імовірність ураження військовослужбовця під час вогневого контакту, імовірність знищення озброєного злочинця ( $I = 2$ ,  $\mu = 8$ ,  $P^* = 0,3$ ,  $P_{\text{зн}} = 0,7$ ). Проте модель Б ураховує ймовірність виявлення озброєного злочинця військовослужбовцем на шляху руху, і в ній зроблено припущення, що військовослужбовець та озброєний злочинець знаходяться в рівних умовах щодо виявлення один одного ( $P_{\text{вияв}} = 0,5$ ), імовірність ураження військовослужбовця, який не виявив озброєного злочинця і не ввійшов з ним у вогневий контакт ( $P_{\text{ураж}} = 0,7$ ). Відповідно до прогнозу по моделі А можна зробити висновок, що військовослужбовець поставлене завдання

виконає, однак при більш точному врахуванні умов згідно з моделлю В виявляється, що поставлене завдання військовослужбовець не виконає, тому що з імовірністю ураження  $P^* = 0,63$  через 1 хв 08 с буде уражений злочинцем. Результати розрахунків моделей відображено на графіках 1 – 4 (див. рис. 2).

Графіки 1 –  $n_{\text{ур}}(t)_A$  і 2 –  $N_{\text{зн}}(t)_A$  відображають математичне сподівання знешкодження злочинця

і математичне сподівання ураження військовослужбовця. Через 1 хв 08 с тривалості вогневих контактів військовослужбовця з озброєним злочинцем (модель А)  $N_{\text{зн}}(t)_A = 0,91$ , а  $n_{\text{ур}}(t)_A = 0,39$ , тобто військовослужбовець злочинця знешкоджує. Графіки 3 –  $n_{\text{ур}}(t)_B$  і 4 –  $N_{\text{зн}}(t)_B$  суттєво відрізняються від графіків моделі А, а саме  $n_{\text{ур}}(t)_B = 0,63$ ,  $N_{\text{зн}}(t)_B = 0,41$ . Із графіків 3 і 4 видно, що через 1 хв 08 с озброєний злочинець більш спроможний вести вогневу дуель, ніж військовослужбовець, тому що військовослужбовець припиняє вести бойові дії через ураження злочинцем.

Отже, розроблена більш адекватна модель Б зумовлює необхідність вимірювання сукупності параметрів рівня підготовленості, які визначають успіх військовослужбовця у бою, а саме:

– оцінювання середнього часу вогневих контактів військовослужбовця з озброєними злочинцями;

– оцінювання ймовірності ураження військовослужбовця за результатами кожного вогневого контакту;

– оцінювання ймовірності ураження військовослужбовця, який не виявив озброєного злочинця і не ввійшов з ним у вогневий контакт;

– оцінювання ймовірності виявлення злочинця;

– оцінювання ймовірності знищення озброєного злочинця у результаті вогневого контакту та інші параметри.

Жоден із цих параметрів поки ще не оцінюється і не характеризує рівень підготовленості військовослужбовця до виконання завдань бою в існуючих методиках оцінювання підготовленості військовослужбовців.

#### **Висновки**

Таким чином, отримана модель, що відбиває динаміку показників процесу вогневих контактів для оцінювання підготовленості військовослужбовців підрозділів спеціального призначення до виконання бойового завдання по знешкодженню озброєних злочинців, дозволяє виявити параметри, від яких залежить результат виконання завдання і які, у свою чергу, характеризують рівень підготовленості військовослужбовців, зокрема:

– середня тривалість вогневого контакту;

– імовірність ураження військовослужбовця під час вогневого контакту;

– імовірність ураження військовослужбовця, який не виявив озброєного злочинця і не ввійшов з ним у вогневий контакт;

– імовірність знищення озброєного злочинця і т. д.

Ці параметри залежать від рівня підготовленості військовослужбовця і повинні бути оцінені під час перевірки. Для такого оцінювання у подальших дослідженнях необхідне розроблення методики оцінювання значення цих параметрів стосовно до кожного військовослужбовця підрозділу спеціального призначення.

#### **Список використаних джерел**

1. Про внутрішні війська Міністерства внутрішніх справ України : закон України від 26.03.1992 р. № 2236-11 // Відомості Верхов. Ради України. – 1992. – № 29. – Ст. 397.

2. Про затвердження Положення про військові частини спеціального призначення військ внутрішньої та конвойної охорони : постанова Кабінету Міністрів України від 22.02.1995 р. № 137.

3. Програма бойової та спеціальної підготовки особового складу частин і підрозділів спеціального призначення внутрішніх військ МВС України [затв. наказом командувача ВВ МВС України від 18.10.2004 р. № 438].

4. Положення про задачу кваліфікаційних іспитів військовослужбовцями внутрішніх військ МВС України на право носити Краповий берет : наказ командувача внутрішніх військ МВС України від 17.05.2008 р. № 200.

5. Городнов В. П. Методика кількісної оцінки рішень та моделювання службово-бойових дій частин і підрозділів внутрішніх військ : навч. посіб. / В. П. Городнов. – Х. : Акад. ВВ МВС України, 2006. – 226 с.

6. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод., допов. та CD) / уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. – К. : Ірпінь: ВТФ “Перун”, 2007. – 1736 с.: іл. ISBN 966-569-013-2.

7. Городнов В. П. Моделювання динаміки бою для оцінки ступеня готовності військовослужбовців до виконання бойового завдання / В. П. Городнов, В. В. Овчаренко // Честь і закон. – 2008. – № 3. – С. 11–13.

*Стаття надійшла до редакції 04.06.2010 р.*