

УДК 378.14

М.Ф. Пічугін, Д.В. Карлов, А.С. Воловодюк, О.О. Клімішен

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ У НАВЧАЛЬНИХ ЦЕНТРАХ НА СТАН БОЙОВОЇ ГОТОВНОСТІ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В статті розглядається математична модель динаміки показників бойової готовності в період збройного конфлікту та на основі теорії динаміки середніх пропонується методичний підхід до оптимізації системи підготовки військовослужбовців у навчальних центрах.

**Ключові слова:** оптимізація, підготовка, бойова готовність, бойова виучка.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Задача оптимізації системи підготовки військовослужбовців у навчальних центрах ЗСУ досить складна та багатопланова. Для її вирішення необхідно виробити методологічний підхід, який би дав можливість оцінити вплив системи підготовки військовослужбовців у навчальних центрах на стан бойової готовності ЗСУ. На базі навчального центру Високомобільних десантних військ ЗСУ на Житомирщині під керівництвом начальника Генштабу Віктора Муженка пройшло інструкторсько-методичне заняття для вироблення єдиної методики ефективної бойової підготовки з мобілізованими військовослужбовцями [1].

За словами заступника начальника управління Міністерства оборони України Сергія Галушко наразі існує два шляхи підготовки строковиків: перший - безпосередньо у військових частинах, де вони згодом проходять службу. Це стосується спеціальностей, які не потребують тривалої підготовки: до присяги їх навчатимуть військовій справі, а опісля вони будуть нести службу на своїх підрозділах [2].

Другий – на базі навчальних центрів. В Україні зараз є три так звані видових навчальних центра: Сухопутних військ, Повітряних сил та Військово-морських, де готують солдатів та матросів строковиків та контрактників.

Є також ціла мережа фахових навчальних центрів різних родів військ, наприклад, військ зв'язку, інженерних військ або РХБЗ (радіаційного, хімічного та біологічного захисту).

Основне навантаження щодо виучки особового складу Збройних Сил України покладається на навчальні центри у містах Полтава, Житомир, Васильків, населених пунктів Десна та Старичі. До навчальних центрів (загальновійськових полігонів) Збройних Сил України в I кварталі 2016 року направляються кандидати для проведення підготовки за циклічним принципом [2 – 4].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання оптимізації систем підготовки фахівців

військової справи розглядалися на підставі чисельних існуючих моделей навчання [5 – 7].

Спроба вирішити завдання оптимізації системи підготовки військових фахівців та оцінювання її впливу робилося у роботах [7, 8], але автори запропонували дещо формалізований підхід щодо розв'язання вказаної проблеми.

**Мета цієї статті** полягає в тому, щоб розробити методологічний підхід щодо оптимізації системи підготовки військовослужбовців у навчальних центрах для досягнення найвищого рівню бойової готовності ЗСУ.

### Викладення основного матеріалу

Як відомо, бойова готовність характеризує здатність ЗС в любых умовах обстановки розпочати бойові дії у встановлені строки та успішно виконати поставлені бойові задачі [9]. З математичної точки зору боеготовність визначає ймовірність того, що відбудеться дві залежні події:

– збройні сили розпочнуть бойові дії у встановлені строки (подія А) з ймовірністю  $P(A)$ ;

– збройні сили здатні виконати поставлені бойові задачі (подія В) з ймовірністю  $P(B)$ .

Тоді ймовірність того, що збройні сили знайдуться на достатньому рівні бойової готовності можна записати наступним чином [9]

$$P(AB) = P(C) = P(A) \cdot P_A(B) = P(B)P_B(A), \quad (1)$$

де  $P(A)$  – апіорна ймовірність того, що ЗС спроможні перейти до бойових дій у встановлені строки;  $P_A(B)$  – апостеріорна ймовірність того, що ЗС здатні виконати поставлені бойові задачі при умові того, що вони перейшли до бойових дій у встановлені строки;  $P(B)$  – апіорна ймовірність того, що ЗС здатні виконати поставлені бойові задачі;  $P_B(A)$  – апостеріорна ймовірність того, що ЗС перейшли до бойових дій у встановлені строки при умові, що вони здатні виконати поставлені бойові задачі. Причому,  $P_A(B)$  характеризує основний елемент бойової готовності – боездатність ЗС, який значною мі-

рою залежить від якості системи підготовки військовослужбовців.

Вираз (1) дозволяє розглядати залежність бойової готовності безпосередньо від показника боєздатності - апостеріорної ймовірності  $P(B)$ .

Боєздатність є основним елементом бойової готовності і характеризує можливості військ вести бойові дії та виконувати бойові задачі у відповідності з їх призначенням. Боєздатність залежить від укомплектованості військ особовим складом та військовою технікою, бойової виучки та морально-бойових якостей особового складу, втрат та можливостей їх надолуження, забезпеченість матеріальними засобами та інше [7]. Основними складовими боєздатності, які значною мірою залежать від системи підготовки військовослужбовців, є бойова виучка ( $A_1$ ) та можливість надолуження втрат військових фахівців тобто ( $A_{12}$ ), від потенційних можливостей системи підготовки військових фахівців.

Оскільки нас цікавлять ймовірності подій  $A_1$  та  $A_2$ , тобто  $P(A_1)$  та  $P(A_2)$ , то припустимо, що інші відомі. При цих допущеннях можна стверджувати, що бойова готовність є функція від бойової виучки та потенційних можливостей системи підготовки військових фахівців

$$P(C) = f[P(A_1), P(A_2)]. \quad (2)$$

При цьому ймовірність  $P(A_1)$  характеризує якість підготовки військових фахівців, а ймовірність  $P(A_2)$  – ефективність функціонування системи підготовки військових фахівців.

Таким чином, показниками, які визначають боєздатність ЗС і значною мірою відображають якість системи підготовки офіцерських кадрів є ймовірність того, що особовий склад ЗС має достатній рівень бойової виучки та морально-бойових якостей  $P(A_1)$  та ймовірність надолуження втрат  $P(A_2)$ .

Бойова виучка це комплекс знань, вмінь та навичок, навченості особового складу веденню бойових дій у різній обстановці та у відповідності з їх призначенням [7-9]. Розглянемо функцію бойової виучки виду

$$D(S) = P_S(A_1)P(S), \quad (3)$$

де  $S$  – тип бойової задачі;  $P_S(A_1)$  – ймовірність виконання бойової задачі типу  $S$  фахівцем;  $P(S)$  – ймовірність, яка характеризує рівень навченості фахівця і залежить від об'єму засвоєних ним знань, вмінь та навичок, навченості особового складу  $V(S)$ , необхідних для виконання бойової задачі та складності бойової задачі  $W(S)$ .

Динаміка рівня навченості  $p(s)$  визначається процесами придбання знань, вмінь та навичок у ході проведення занять у навальних центрах та їх втрати

у перервах між ними. Її можна описати за допомогою функціонально-структурної моделі динаміки підготовленості, яка враховує результати професійного відбору і ефективність форм та методів навчання [7]. Ця модель представляється у вигляді рекурентного співвідношення

$$P_{n+1}(S) = f(P_n(S));$$

$$P_n(S) = P_1(S) + [P(S) - P_1(S)] \cdot B(S) \times$$

$$\times [1 - A(S)]^{-1} [1 - A^{n-1}(S)], \quad (n = \overline{1, \infty}), \quad (4)$$

де  $n$  – кількість занять, яка співпадає з кількістю бойових задач;  $P(S)$  – ймовірність безпомилкового виконання освоєної бойової задачі типу  $S$ ;  $P_1(S)$  – початковий рівень підготовленості;  $A$  та  $B$  – параметри моделі, які враховують ефективність форм та методів навчання.

Введений показник є показником бойової виучки і залежить від перерахованих вище параметрів, причому він зростає якщо об'єм знань, вмінь та навичок, навченості особового складу достатній для виконання бойової задачі і зменшується якщо зростає складність бойової задачі.

Таким чином, використання функції бойової виучки дозволяє за допомогою єдиної шкали оцінювати можливість виконання бойових задач. Цей показник безпосередньо зв'язаний з показником боєздатності і відображає залежність бойової готовності від якості підготовки військових фахівців.

Боєздатності кожного виду ЗС відповідає цілком визначений показник бойової виучки. Оскільки поняття боєздатності можна розподілити на боєздатність кожного виду ЗС, то сукупність таких складових створює вектор бойової виучки  $\vec{D} = \{D_{ijk}\}$ , де  $i$  – номер виду ЗС ( $i = 1, 2, 3, 4$ );  $j$  – номер рівня підготовки фахівця за призначенням ( $j = 1, 2, 3$ );  $k$  – номер спеціальності підготовки військового фахівця ( $k = 1, 2, \dots, M_{ij}$ );  $M_{ij}$  – кількість спеціальностей підготовки військових фахівців  $i$ -го виду ЗС  $j$ -го призначення.

Боєздатність в деякий момент часу  $t$  характеризується не тільки величиною бойової виучки, але й можливостями системи підготовки військових фахівців на їх відновлення. Для цього введемо показник потенційних можливостей системи підготовки військових фахівців або показник продуктивності навчального центру.

Кожний навчальний центр характеризується переліком спеціальностей та спеціалізацій підготовки військових фахівців. Тоді потенціал системи підготовки військових фахівців за спеціальністю  $h$  дорівнює

$$Q(h) = P_h(A_2)P(h), \quad (5)$$

де  $P_h(A_2)$  – ймовірність того, що навчальний центр здатний готувати військовослужбовця за спеціальністю  $h$ ;  $P(h)$  – ефективність системи підготовки навчального центру за спеціальністю  $h$ .

Якщо для виконання бойової задачі необхідні спеціалісти за декількома спеціальностями, то потенціал системи підготовки військових фахівців є

$$Q = \sum_i^m Q(h_i) = \sum_i^m P_{h_i}(S)P(h_i). \quad (6)$$

Тоді, поряд з вектором бойової виучки введемо вектор потенціалу системи підготовки військових фахівців. Кожна його компонента відповідає продуктивності навчального центру, вираженої в кількості військових фахівців даної спеціальності, які випускаються за одиницю часу. Сукупність таких компонент створює вектор потенціалу системи підготовки військових фахівців  $\bar{Q} = \{Q_{ijk}\}$ , де  $i$  – номер виду ЗС ( $i = 1, 2, 3, 4$ );  $j$  – номер рівню підготовки фахівця за призначенням ( $j = 1, 2, 3$ );  $k$  – номер спеціальності підготовки військового фахівця ( $k = 1, 2, \dots, M_{ij}$ );  $M_{ij}$  – кількість спеціальностей підготовки військових фахівців  $i$ -го виду ЗС  $j$ -го призначення.

Таким чином, боєздатність може бути представлена двома вектор-функціями  $\{\bar{D}(t), \bar{Q}(t)\}$ , що характеризують бойову виучку на поточний момент часу  $t$  в різних видах ЗС і досягнутий рівень продуктивності системи підготовки військових фахівців за різними спеціальностями.

Введена структура бойової виучки ЗС дозволяє представити математичну модель динаміки бойової виучки в залежності від періоду збройного конфлікту у векторному вигляді, а за допомогою методу динаміки середніх динаміку вектора бойової виучки з урахуванням вектора потенціалу системи підготовки військових фахівців у період збройного конфлікту можна представити у вигляді вектор-матричного диференційного рівняння [5]

$$d\bar{X}/dt = -\bar{A} \cdot \bar{X} + \bar{Q}, \quad (7)$$

де  $\bar{X}$  – вектор-функція бойової виучки;  $\bar{A}$  – матриця інтенсивності зниження значень компонент бойової виучки противника;  $\bar{Q}$  – вектор потенціалу системи підготовки військових фахівців.

Математична модель динаміки бойової виучки в залежності від періоду збройного конфлікту у векторному вигляді дозволяє сформулювати задачу оптимізації вектора бойової виучки.

Нехай  $\bar{D} = \{D_{Ak_{t=0}}\}$  – вектор бойової виучки ЗС сторони А на момент часу  $t=0$ , де  $k = 1, 2, \dots, n$ , а  $\bar{D}_A = \{D_{Ak}\}$  – вектор бойової виучки ЗС, яким

вона характеризується на момент часу  $T > 0$ ,  $k=1, 2, \dots, n$ . Аналогічно вектор визначимо і для сторони Б:  $\bar{D} = \{D_{Bk_{t=0}}\}$  – вектор бойової виучки ЗС сторони Б на момент часу  $t = 0$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , а  $\bar{D}_B = \{D_{Bk}\}$  – вектор бойової виучки ЗС, яким вона характеризується на момент часу  $T > 0$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ . Від значень компонент векторів  $\bar{D}_A, \bar{D}_B$  залежить досягнутий рівень воєнної переваги кожної із сторін. Для коректного формулювання задачі оптимізації векторів бойової виучки на множині їх допустимих значень необхідно вибрати і обґрунтувати кількісні показники рівня переваги.

Кількісним показником співвідношення сил може служити величина часу післявоєнного відновлення боєздатності держав учасників конфлікту

$$T_A = t_k + t_{AB}; \quad T_B = t_k + t_{BB}, \quad (8)$$

де  $t_k$  – момент часу закінчення воєнних дій;  $t_{AB}$  – час післявоєнного відновлення сторони А;  $t_{BB}$  – час післявоєнного відновлення сторони Б.

З математичного описання динаміки боєздатності виходить, що параметри  $t_k, t_{AB}, t_{BB}$ , а значить і  $T_A, T_B$  є функціями векторів бойової виучки сторін  $\bar{D}_A = \bar{D}_A(t_{Ay}), \bar{D}_B = \bar{D}_B(t_{By})$  на момент часу воєнних дій  $t_{Ay}: T_A(\bar{D}_A, \bar{D}_B), T_B(\bar{D}_A, \bar{D}_B)$ . Тоді загальну задачу оптимізації вектора пріоритетів можна сформулювати відповідно з принципом мінімаксу. Сформуємо функцію

$$\Phi(\bar{D}_A, \bar{D}_B) = T_A(\bar{D}_A, \bar{D}_B) - T_B(\bar{D}_A, \bar{D}_B). \quad (9)$$

Тоді задача мінімаксної оптимізації вектора  $\bar{D}_A$  може бути сформульована таким чином

$$\Phi(\bar{D}_A^*, \bar{D}_B^*) = \min_{\bar{D}_A} \max_{\bar{D}_B} \Phi(\bar{D}_A, \bar{D}_B). \quad (10)$$

Загальним підходом мінімаксної оптимізації задачі типу (10) є пошук рішень у класі змішаних стратегій.

Нехай  $\phi(\bar{D}_A)$  – щільність розподілу вектору  $\bar{D}_A$ ,  $\psi(\bar{D}_B)$  – щільність розподілу вектору  $\bar{D}_B$ . Тоді середнє значення функції  $\Phi$  дорівнює

$$L(\phi, \psi) = \iint \Phi(\bar{D}_A, \bar{D}_B) \phi(\bar{D}_A) \psi(\bar{D}_B) d\bar{D}_A d\bar{D}_B \quad (11)$$

і задача оптимізації векторів  $\bar{D}_A, \bar{D}_B$  в змішаних стратегіях формулюється наступним чином:  
– знайти

$$L(\phi^*, \psi^*) = \min_{\phi} \max_{\psi} L(\phi, \psi) \quad (12)$$

за умов

$$\int_{D_A < -\Omega_A}^{\phi} \phi(\bar{D}_A) d\bar{D}_A = 1; \quad \int_{D_B < -\Omega_B}^{\psi} \psi(\bar{D}_B) d\bar{D}_B = 1. \quad (13)$$

Нехай  $\phi^*(\bar{D}_A)$ ,  $\psi^*(\bar{D}_B)$  – оптимальні безперервні змішані стратегії сторін. Тоді оптимальні вектори бойової виучки сторін  $\bar{D}_A^*$ ,  $\bar{D}_B^*$  є векторами, що надають максимальні значення цим стратегіям, тобто

$$\max_{D_A} \phi^*(\bar{D}_A) = \phi^*(\bar{D}_A^*); \max_{D_B} \psi^*(\bar{D}_B) = \psi^*(\bar{D}_B^*), \quad (14)$$

Вектором пріоритетів розвитку системи підготовки військових фахівців сторони А будемо називати вектор  $\bar{D}_{A\text{pr}} = (\bar{D}_A^* - D_{A0})$ . Аналогічно вектор визначимо для сторони Б  $\bar{D}_{B\text{pr}} = (\bar{D}_B^* - D_{B0})$ .

Кожна компонента вектора пріоритетів має зміст приросту якості підготовки військових фахівців за потрібною спеціальністю для того чи іншого виду ЗС того чи іншого призначення. При цьому деякі компоненти векторів пріоритету можуть бути негативними, що означає, що необхідно удосконалити систему підготовки військових фахівців не за цим напрямком, а іншим. Це дає змогу вкладати ресурси у підготовку військових фахівців по більш пріоритетним напрямкам.

## Висновок

Таким чином, показано, що бойова готовність залежить від бойової виучки особового складу, які виражаються ймовірністю того, що необхідний рівень виучки та якостей досягнуто, та можливостей надолуження втрат особового складу, які виражаються ймовірністю того, що система підготовки спроможна надолужити втрати. Для оцінки цих факторів введено функції бойової виучки та потенціалу системи підготовки військових фахівців. Функція бойової виучки залежить від ймовірності того, що бойова задача буде виконана фахівцем, фахівець отримав необхідний об'єм знань, вмінь та навичок, і від складності бойової задачі. Функція потенціалу системи підготовки залежить від ймовірності того, що ця система здатна підготувати фахівця з необхідним рівнем якості, а ще від кількості фахівців та часу на їх підготовку. При цьому функція бойової виучки характеризує якість підготовки військових

фахівців, а функція потенціалу – ефективність функціонування системи підготовки військових фахівців. Ці функції дозволяють провести структурну класифікацію бойової виучки ЗС та системи підготовки військових фахівців, за допомогою векторів бойової виучки та потенціалу системи підготовки. Що дає змогу порівнювати між собою рівні бойової виучки та ефективності системи підготовки різних видів ЗС та іноземних держав. Крім того, це дає змогу представити математичну модель динаміки бойової виучки з урахуванням потенціалу системи підготовки в залежності від періоду збройного конфлікту.

## Список літератури

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.5.ua/suspilstvo/U-ZSU-rozrobliat-novu-metodyku-pidhotovky-mobilizovanykh-biitsiv-foto-91944.html#>.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.depo.ua/ukr/life/prizov-2015-strokovikiv-budut-nataskuvati-kolishni-biytsi-08042015151500>.
3. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrmilitary.com/2016/02/konrakt-zsu-1-2016.html>.
4. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [http://www.zhitomir.info/news\\_142813.html](http://www.zhitomir.info/news_142813.html).
5. Нестеров А.Г. Математические модели обучения / А.Г. Нестеров, С.В. Приступа, П.П. Чабаненко. – Севастополь: СВМИ им. П.С. Нахимова, 2001. – 70 с.
6. Городнов В.П. Моделирование боевых действий. – Х.: ВИРТА ПВО, 1987.
7. Формалізація понять бойової готовності, бойової виучки і підготовки офіцерських кадрів та визначення їх динаміки / І.В. Біжан, В.І. Ткаченко, Пичугін М.Ф. та ін. // Збірник наукових праць ХВУ. – Х.: ХВУ, 2001. – № 7(37). – С. 3-7.
8. Пичугін М.Ф., Кіріченко І.О., Гусак Ю.А. Методологічний підхід щодо оптимізації системи підготовки військовослужбовців у навчальних центрах Збройних сил України / М.Ф. Пичугін, І.О. Кіріченко, Ю.А. Гусак // Зб. наук пр. – Вип. 1. – Севастополь: Севастопольський ВМІ ім. П.С. Нахімова, 2002. – С. 192-197.
9. Военный энциклопедический словарь / Пред. гл. ред. комиссии Н.В. Огарков. – М: Воениздат, 1983. – 863 с.

Надійшла до редколегії 25.02.2016

**Рецензент:** д-р військ. наук, проф. В.І. Ткаченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ОЦЕНИВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В УЧЕБНЫХ ЦЕНТРАХ НА СОСТОЯНИЕ БОЕВОЙ ГОТОВНОСТИ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

М.Ф. Пичугин, Д.В. Карлов, А.С. Воловодюк, А.О. Климишен

*В статье рассматривается математическая модель динамики показателей боевой готовности в период вооруженного конфликта и на основе теории динамики средних предлагается методический подход к оптимизации системы подготовки военнослужащих в учебных центрах.*

**Ключевые слова:** оптимизация, подготовка, боевая готовность, боевая выучка.

## EVALUATION OF INFLUENCING OF SYSTEM OF PREPARATION OF SERVICEMEN IN EDUCATIONAL CENTERS ON BATTLE READY OF MILITARY POWERS OF UKRAINE CONDITION

M.F. Pichugin, D.V. Karlov, A.S. Volovodyuk, O.O. Klimishen

*In the article the mathematical model of dynamics of indexes of alertness is examined in the period of the armed conflict and on the basis of theory of dynamics middle the methodical going is offered near optimization of the system of preparation of servicemen in educational centers.*

**Keywords:** optimization, preparation, alertness, battle training.