

УДК 681.3 (031)

<sup>1</sup>В.І. Куташев  
<sup>1</sup>В.В. Балабін, к.філол.н.  
<sup>2</sup>А.В. Гоменюк

## МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ОБСТАНОВКИ В ТРЕНАЖЕРНО-МОДЕЛЮЮЧИХ СИСТЕМАХ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ

<sup>1</sup>Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup>Генеральний штаб Збройний Сил України

*Наведені основні завдання тренажерної підготовки військових фахівців та методичні засади формування обстановки в тренажерно-моделюючих системах, що дозволяє забезпечити необхідний рівень підготовки бойових обслуг по виконанню навчально-бойових завдань.*

**Ключові слова:** тренажерно-моделюючі системи, підготовка бойових обслуг, адаптивне управління навчанням.

### Вступ

Як відомо, існує протиріччя між високими бойовими можливостями систем озброєння і військової техніки (ОВТ) та низьким ступенем їх реалізації, що виникає внаслідок недостатнього рівня підготовки бойових обслуг. В умовах економічних труднощів основною формою усунення цього протиріччя є саме тренажерна підготовка операторів систем ОВТ з широким використанням тренажерів [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій [2-3] показує,** що існуючі тренажерні засоби, як правило, функціонують у демонстраційному режимі та без урахування динаміки зміни рівня підготовки бойових обслуг по виконанню типових навчально-бойових завдань (НБЗ). При використанні таких систем у більшості випадків деякі типи НБЗ військовими фахівцями ОВТ виконуються з самого початку тренування з необхідною якістю, однак їхнє відпрацювання продовжується за часом однаково з іншими типами НБЗ, що значно збільшує час навчання. Крім того, недостатньо уваги наділяється тим типам НБЗ, що виконуються з помилками.

Одним із напрямків усунення зазначених недоліків є розробка адаптивних тренажерно-моделюючих систем (АТМС) інтенсивної підготовки, які на кожному кроці (етапі) навчання забезпечують оптимальне планування й адаптивне управління процесом відпрацювання НБЗ різних типів. Головною перевагою таких систем підготовки бойових обслуг є можливість зміни інтенсивності відпрацювання НБЗ різних типів в залежності від успіхів навчання, що скорочує витрати часу і коштів. Однак, на сьогоднішній день відсутні єдині підходи щодо створення таких методик та моделей навчання, внаслідок чого ефективність тренажерної підготовки бойових обслуг істотно знижується.

**Метою статті є розробка методичних основ формування обстановки в тренажерно-моделюючих системах підготовки бойових обслуг.**

### Виклад основного матеріалу дослідження

В основу побудови АТМС може бути покладена наступна модель підготовки бойових обслуг.

У першу чергу формулюється ціль і план поетапного навчання [4]. Кінцевою метою підготовки бойових обслуг є досягнення у всіх категорій військовослужбовців умінь, навиків і якостей, необхідних для виконання бойових задач у різних умовах обстановки. Для досягнення кінцевої цілі на основі використання статистичних даних попередніх періодів навчання підготовляється оптимальний план поетапного відпрацювання типових УБЗ на черговий період навчання. У процесі тренувань, поки ціль не досягнута, повторюється наступна послідовність дій:

відповідно до оптимального плану здійснюється відтворення необхідної імітованої обстановки для послідовного відпрацювання такого набору типових НБЗ, при якому забезпечується досягнення необхідного (максимального) рівня підготовки бойових обслуг;

на основі порівняння поточного рівня підготовки обслуг по виконанню типових задач із необхідним приймається рішення про подальший хід тренування. Якщо поточний рівень не

нижче необхідного - тренування продовжується. В інших випадках, в залежності від досягнутого рівня, виникає необхідність в адаптивній зміні (повторної оптимізації) плану відпрацювання різних типів НБЗ. При цьому процес функціонування АТМС являє собою керований динамічний процес, що характеризується двома видами параметрів - параметрами керування  $D$  (послідовністю постановки типових НБЗ) і параметрами стану  $U$  (рівнем підготовки бойових обслуг по виконанню НБЗ) [1]. У якості обмежень виступає сумарний ресурс навчального часу ( $T$ ) та вартісних витрат ( $C$ ), що виділяється на спеціальну та тактичну підготовку протягом періоду (етапу) навчання.

Тоді цільова функція рішення задачі адаптивного управління навчанням  $W(D)$  може бути подана у виді

$$W(D) = \max \quad (1)$$

$$\text{при } T_n \leq T, \quad C_n \leq C, \quad (2)$$

де  $T_n$  – часові витрати на навчання бойових обслуг;

$C_n$  – поточні вартісні витрати підготовки бойових обслуг протягом періоду (етапів) навчання.

У ході бойової підготовки процес функціонування АТМС може бути розбитий на  $N$  тимчасових інтервалів (етапів, кроків), на кожному з яких використовується свій набір НБЗ ( $D_n$ ).

Застосування на кожному етапі періоду навчання визначеного набору НБЗ є управляючим впливом на особовий склад як на об'єкт керування, що змінює його параметри стану, тобто показники якості діяльності  $\{U_i\}$ . Керування в такій системі підготовки носить дискретний характер, задається в момент часу  $\partial = \frac{(n-1)T}{N}$ ,  $n = \overline{1, N}$  і залишається незмінним у межах кожного етапу (кроку), якщо тренування проходить згідно з оптимальним планом. Максимальна кількість інтервалів керування протягом періоду навчання  $N$  залежить від мінімального інтервалу проведення тренувальних занять ( $\min \Delta t D_{j \min}$ ) і визначається по формулі

$$N = \frac{T}{\min \Delta t D_{j \min}}. \quad (3)$$

При такому підході опис усього керованого багатоступового процесу функціонування АТМС у ході бойової підготовки може бути поданий у виді:

$$\begin{aligned} U(n+1) &= Q(U(n), D(n), n), \\ n &= 0, 1, \dots, N-1; \quad u(0) = u^0, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $U(n) = (U_1(n), \dots, U_i(n), \dots, U_r(n))$  - значення показників якості діяльності, що характеризують рівень навченості особового складу на момент часу  $n$  (параметри стану);

$r$  - число показників, необхідних для оцінки якості діяльності особового складу;

$D(n) = (D_1(n), \dots, D_j(n))$  - послідовність управляючих впливів (НБЗ) на  $n$ -ом інтервалі (кроку) періоду навчання;

$Q(u, D, n)$  - вектор-функція, тобто  $Q = (Q_1, \dots, Q_n)$ ;

$u(0)$  - значення показників якості діяльності особового складу на початку періоду (етапу) навчання.

З урахуванням дискретного опису процесу керування цільова функція (1) може бути подана сумою

$$\begin{aligned} W_N(D) &= \frac{1}{T} \int_0^{T/N} F_1[u_0(t), D_1(t)] dt + \frac{1}{T} \int_{T/N}^{2T/N} F_2[u_1(t), D_2(t)] dt + \\ &+ \frac{1}{T} \int_{\frac{(N-1)T}{N}}^T F_N[u_{N-1}(t), D_N(t)] dt = \max \end{aligned}$$

або 
$$W_N(D) = \sum_{n=1}^N G_n[D_n] = \frac{1}{KN} \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K F_k[u(n-1), D(n)] = \max, \quad (5)$$

де  $G_n[D_n]$  - значення цільової функції на  $n$ -ом етапі;

$$F_k = \begin{cases} 1, & \text{если } u_i \in U, \quad u_{ik} \geq u_{iTP}; \\ 0, & \text{если } u_i \notin U, \quad u_{ik} < u_{iTP}; \end{cases}$$

$u_{ik}$  - значення  $i$ -го показника якості діяльності на момент часу  $k$ ;  
 $k = 1, \dots, K$ ;  $K = \frac{n}{h}$ ;  $h$  - інтервал дискретизації  $n$ -го етапу процесу функціонування АТМС;

$u_{iTP}$  - нормативне значення  $i$ -го показника якості діяльності бойових обслуг.

Задача максимізації функціоналу (5) при обмеженнях (2) є загальною задачею оптимального керування об'єктом з дискретним часом.

Вибір методу рішення задачі оптимізації зв'язаний, насамперед, з особливостями процесу функціонування АТМС у ході бойової підготовки. До таких особливостей, як показує аналіз, відносяться наступні:

- процес представляє собою функціонування дискретної динамічної керованої системи;
- змінні  $U_n$  і  $D_n$  у функціоналі (5) є багатомірними;
- самі рівняння (4) є векторними; вид функції, що оптимізується - невідомий.

Таким чином, задачу оптимального планування відпрацювання типових НБЗ у процесі бойової підготовки можна представити як задачу пошуку оптимального режиму управління в динамічних дискретних керованих системах.

Специфіка цієї задачі в порівнянні з загальною задачею нелінійного програмування полягає в тому, що існує дві групи невідомих змінних:  $U(n)$ ,  $n = 0, 1, \dots, N$ , і  $D(n)$ ,  $n = 0, 1, \dots, N-1$ .

Якщо ввести нові змінні  $h = (U(0), \dots, U(N), D(0), \dots, D(N-1))$ , то в цих змінних сформульована задача перетворюється в загальну задачу нелінійного програмування. У тому випадку, коли  $G_n(D_n)$  - опуклі (або увігнуті) функції, її рішення можна знайти, наприклад, методом невизначених множників Лагранжа. Якщо ж функції  $G_n(D_n)$  не є такими, то відомі методи знаходження рішення задач нелінійного програмування не дозволяють визначити глобальний максимум функції (5). Тоді рішення задачі (5) можна знайти за допомогою методу динамічного програмування, основною перевагою якого є те, що він не залежить від виду функції  $G_n(D_n)$  і добре пристосований до вирішення багатоетапних або багатокрокових задач.

## Висновки

Таким чином, за допомогою розробленої моделі функціонування АТМС на кожному етапі (кроку) процесу бойової підготовки забезпечується формування обстановки, необхідної для відпрацювання оптимального набору навчально-бойових завдань з урахуванням поточного рівня підготовки бойових обслуг, обмежень по вартості та відведеному навчальному часу. При цьому забезпечується максимальне значення імовірності того, що в будь-який момент періоду навчання рівень підготовки бойових обслуг буде не нижче необхідного, тобто такого, який забезпечить виконання бойових завдань у різних умовах обстановки.

## Список літературних джерел

1. Михайленко В.П., Михайленко О.А., Шворов С.А. Концептуальні основи побудови тренажерно-моделюючих систем підготовки фахівців автоматизованих комплексів контролю повітряного простору // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка (ювілейний випуск). - К.: Київський університет, 2003. - С. 123-127.
2. Михайленко А.П., Сніцаренко П.М., Михайленко О.А. Про особливості та перспективи імітації радіолокаційної обстановки в інформаційних системах ППО. // Наука і оборона. - 1998. - №2. - С.67-91.
3. Герасимов Б.М., Казанцев О.Ю. Методика комплексної оцінки і вибору раціонального варіанту тренажерно-імітаційного комплексу // Вісник ВІТІ НУТУ «КПІ», 2002 - №3. - С.23-28.
4. Растринин Л.А. Обучающие системы // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. - 1993. - № 2. - С. 153-163.