

УДК 681.3 (031)

**Ю.О. Гунченко,**

кандидат технічних наук, доцент

**С.А. Шворов,**

доктор технічних наук, старший науковий співробітник,

**А.А. Гончарук,**

кандидат технічних наук, доцент

## МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ІНТЕНСИВНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ СПЕЦПІДРОЗДІЛІВ

*У статті пропонуються методи оптимального планування та управління процесом інтенсивної підготовки фахівців спецпідрозділів, за допомогою яких забезпечується підвищення ефективності проведення тренувань на основі інтенсифікації відпрацювання навчальних завдань.*

**Ключові слова:** планування та управління; тренажер; тренажерна система; імітаційна модель; інтенсивна підготовка.

*В статье предлагаются методы оптимального планирования и управления процессом интенсивной подготовки специалистов спецподразделений, с помощью которых обеспечивается повышение эффективности проведения тренировок на основе интенсификации отработки учебных задач.*

**Ключевые слова:** планирование и управление; тренажер; тренажерная система; имитационная модель; интенсивная подготовка.

*The paper proposes methods of optimal planning and management of the intensive training of special forces, with the help of which increase the effectiveness of training based on the intensification of mining training tasks.*

**Keywords:** planning and management; simulator, simulator system, simulation model, an intense training.

Одним із напрямів підвищення рівня підготовки фахівців спецпідрозділів (ФСП) є широке застосування тренажерних засобів та систем (ТС). Однак, існуючі тренажерні засоби тактико-спеціальної підготовки ФСП, як правило, функціонують у демонстраційному режимі, тобто без врахування динаміки зміни рівня підготовки ФСП із виконання типових навчальних завдань (НЗ). Практика показує, що можливості традиційних методик навчання таких фахівців обмежені і не можуть забезпечити належної інтенсифікації їх підготовки [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій [2–3] показує, що на даний час планування тренувань та управління процесом підготовки ФСП базується на інтуїції досвідченого керівника тренувань. Але відсутність науково обґрунтованих методик та математичних методів щодо планування та управління процесом тренувань призводить до нераціонального використання навчального часу та не досить високого збільшення рівня підготовки ФСП. Це пов'язано з тим, що в сучасній літературі недостатньо повно висвітлені методичні основи інтенсивної підготовки ФСП, що потребує більш детального розгляду цих питань.

Метою статті є розробка методичних засад планування та управління процесом інтенсивної підготовки ФСП.

Одним із напрямів підвищення ефективності ТС полягає в розробці та реалізації інтенсивних методик навчання, за допомогою яких на кожному етапі навчання з урахуванням досягнутого рівня підготовки ФСП забезпечується оптимальне планування тренувань та змістовне наповнення процесу відпрацювання НЗ різних типів. При цьому процес функціонування тренажерної системи являє собою керований  $N$ -етапний динамічний процес, який на кожному  $k$ -му етапі характеризується двома видами параметрів – параметрами керування  $\lambda_k$  – інтенсивністю імітації тактичних ситуацій для відпрацювання типових НЗ і параметрами стану  $G_k(\lambda_k)$  – рівнем підготовки ФСП із виконання НЗ [4-6]. В якості обмеження виступає сумарне навантаження на ФСП із виконання типових операцій ( $S_{\max}$ ), що передбачається функціональними можливостями ФСП.

Результати експериментальних досліджень показують, що прискорене відтворення тактичної обстановки на засобах відображення забезпечує організуючий вплив емоційних факторів. При завантаженні ФСП із виконання навчальних завдань у межах  $\rho_{\min} \leq \rho_k \leq \rho_{\max}$   $S$ -напруженість позитивно впливає на їх роботу й сприяє максимальному підвищенню їх продуктивності [4].

В моделі функціонування ТС, залежно від фактичних рівнів підготовки ФСП, визначаються необхідні прогнозовані рівні підготовки з виконання  $n$  типів операцій НЗ при відтворенні типових ситуацій з інтенсивністю  $\lambda_k$ . Виходячи з цього, передбачається, що загальний час тренування підрозділяється на  $N$  етапів, кожен з яких характеризується певною інтенсивністю відтворення тактичних ситуацій  $\lambda_k$  ( $k=1, N$ ), на які ФСП реагують виконанням типових операцій НЗ. Інтенсивність потоку ситуацій змінюється від етапу до етапу в наростаючому підсумку:

$$\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_k < \dots < \lambda_N; \quad (1)$$

$$\lambda_{k_{н.ц.}} = \frac{\rho_{k_{\max}}}{t_k}, \quad (2)$$

де  $t_k$  – часові витрати, які необхідні для відпрацювання типових операцій НЗ на  $k$ -му етапі тренування.

Кінцевою метою тренувань ( $W_N$ ) є досягнення ФСП максимально можливого рівня підготовки із виконання НЗ у найбільш складних умовах тактичної обстановки.

Загалом задача оптимального планування імітованої тактичної обстановки та відпрацювання НЗ різних типів може бути подана таким чином.

Знайти

$$\max W_N = \sum_{k=1}^N G_k(\lambda_k) \quad (3)$$

при

$$\rho_N = \rho_{\max}, \quad (4)$$

де  $\rho_N$  – навантаження на ФСП протягом  $N$  етапів з урахуванням прогнозованого функціонального стану (ФС) фахівців щодо спроможності виконання НЗ.

Процес підготовки ФСП в часі розбивається на  $N$  етапів і характеризується переходом рівня їх підготовки з одного стану в інший.

З урахуванням дискретного опису процесу керування цільова функція ефективності підготовки ФСП може бути подана сумою

$$W_N = \sum_{k=1}^N G_k(\lambda_k) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N P_k, \quad (5)$$

де  $P_k$  – рівень підготовки ФСП із виконання  $k$ -го типу НЗ після відтворення імітованих тактичних ситуацій з інтенсивністю  $\lambda_k$  на  $k$ -му етапі навчання (визначається експериментально);

$N$  – загальна кількість етапів навчання.

Таким чином, необхідно знайти такі параметри імітованих тактичних ситуацій  $\lambda_k$  ( $k=1, N$ ) для відпрацювання типових НЗ на кожному етапі, щоб максимізувати цільову функцію (3) при таких обмеженнях:

$$\left. \begin{array}{l} a) \quad \lambda_k = 0, 1, 2, \dots, \\ b) \quad \sum_{k=1}^N t_k \lambda_k = \rho_{\max}, \end{array} \right\} \quad (6)$$

де  $t_k$  – час виконання  $k$ -го типу НЗ (на  $k$ -му етапі навчання).

Для знаходження оптимальних значень  $\{\lambda_k\}$  скористуємося методом динамічного програмування [5–6].

Позначимо

$$\max_{\lambda_1, \dots, \lambda_k} \sum_{i=1}^k G_i(\lambda_i) \quad (7)$$

при умові

$$\sum_{i=1}^k t_i \lambda_i = \xi \quad (8)$$

через  $\Lambda_k(\xi)$ .

Після нескладних перетворень переходимо до наступного рекурентного співвідношення динамічного програмування

$$\Lambda_k(\xi) = \max_{\lambda_k} \{G_k(\lambda_k) + \Lambda_{k-1}(\xi - t_k \lambda_k)\} \quad (k=1, \dots, N) \quad (9)$$

при умові

$$\lambda_{k_{н.ц.}} = \frac{\xi}{t_k}. \quad (10)$$

Характерним для динамічного програмування є визначений методичний підхід, а саме: процес планування імітованої обстановки поділяється на  $N$  етапів і здійснюється послідовна оптимізація кожного з них. На кожному  $k$ -му етапі з урахуванням усіх можливих припущень результатів попереднього етапу обчислюється основне рекурентне співвідношення (9) та визначається умовний оптимальний параметр керування  $\lambda_k$ .

Прийнявши  $\xi = \rho_{\max}$  та припустивши у (9)  $k=N$ , приходимо до співвідношення

$$\Lambda_N(\xi = \rho_{\max}) = \max_{\lambda_N} \{G_N(\lambda_N) + \Lambda_{N-1}(\rho_{\max} - t_N \lambda_N)\} \quad (11)$$

при умові

$$\lambda_{N_{н.ц.}} = \frac{\rho_{\max}}{t_N}. \quad (12)$$

Знайшовши з (11) оптимальне значення  $\lambda_{N_{opt}}$  та припустивши  $\xi_1 = \rho_{\max} - t_N \lambda_{N_{opt}}(\rho)$ , послідовно, починаючи з  $(N-1)$ -го етапу, знаходяться оптимальні значення решти змінних:  $\lambda_{N-1}, \lambda_{N-2}, \dots, \lambda_1$ . Необхідно відзначити, що метод динамічного програмування являє собою направлений послідовний перебір варіантів, що обов'язково приводить до глобального максимуму й оптимального вирішення задачі (3).

Для досягнення кінцевої мети ( $W_N$ ) з використанням вищезазначеного методу підготовляється оптимальний план поетапного відпрацювання типових НЗ.

У методичному плані при розробці курсів інтенсивної підготовки мінімальну кількість імітованих тактичних ситуацій  $S_i^*$  ( $i = 1, \dots, n$ ) для підготовки ФСП до необхідного рівня на кожному етапі тренувань можна знайти за допомогою спеціального методу управління процесом інтенсивної підготовки.

1. Виходячи з завдань тренування, формулюються навчальні цілі й підцілі тренування.

2. Визначаються необхідні прогнозовані рівні підготовки ФСП з виконання типових операцій НЗ  $P_i^*(S_i^*)$  і мінімальна необхідна кількість імітованих ситуацій  $S_i^*$  ( $i = \overline{1, n}$ ), при яких:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left[ \sum_{i=1}^n P_i^*(S_i^*) \right] \cdot \left( \sum_{i=1}^n S_i^* \right)^{-1} \geq P_k; \\ \lambda = \lambda_k; \\ \sum_{i=1}^n S_i^* \rightarrow \min. \end{array} \right. \quad (13)$$

3. Формується модель імітованої обстановки, в основу якої для кожного етапу тренування визначається необхідна кількість тактичних ситуацій ( $S_i^*$ ), а також необхідна інтенсивність імітованих ситуацій ( $\lambda_k$ ).

Таким чином, реалізація мінімально необхідної кількості імітованих ситуацій в моделі тактичної обставини дозволяє значно скоротити часові витрати на підготовку ФСП до необхідних прогнозованих рівнів навчання.

Проте, залежно від індивідуальної підготовки ФСП, ті, хто навчається, можуть досягти необхідного прогнозованого рівня  $P_i^*(S_i^*)$  не після відтворення  $S_i^*$  імітованих ситуацій, а раніше. У цьому випадку для скорочення часу тренування необхідно скоректувати модель імітованої обстановки, тобто зменшити кількість імітованих ситуацій  $S_i$ . Може виявитися також, що після відтворення мінімально необхідної кількості ситуацій  $S_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ), персонал не досягне необхідного прогнозованого рівня підготовки  $P_i^*$ . Очевидно, тоді необхідно також скоректувати модель імітованої обстановки, тобто збільшити кількість ситуацій  $S_i$ .

Таким чином, з метою скорочення часу підготовки ФСП необхідно забезпечити коректування (адаптацію) імітованої обставини з урахуванням фактичного рівня їх підготовки ( $P_0$ ), індивідуальних здібностей та функціонального стану ФСП ( $S_0$ ) діяти в умовах  $S$ -напруженості.

У процесі планування та управління процесом тренувань, для характеристики ФС необхідно використовувати: фізіологічні показники (частота серцевих скорочень, артеріальний тиск, латентний період простої сенсомоторної реакції, частота виникнення спонтанних шкірногальванічних рефлексів); психологічні показники (функціональна рухливість нервових процесів, мотивація діяльності, організуючий вплив емоційної  $S$ -напруженості); енергетичні показники (максимальне споживання кисню).

Для вирішення задачі класифікації, тобто віднесення ФС фахівців, до одного з декількох станів, що характеризується набором середньостатистичних показників, пропонується застосувати так званий нечіткий гібридний класифікатор [8]. Такий класифікатор є системою, що об'єднує в структурному і функціональному відношеннях принципи нейронних мережних моделей і нечітку логіку обробки даних відповідно.

Адаптивне управління процесом імітації обстановки здійснюється, якщо не виконується така умова:

$$\left| P_i(S_i) - P_{np_i} + (P_{np_i} - P_{0_i}) e^{-\frac{S_i}{S_{0_i}}} \right| \leq \Delta P_i(S_i), (i = 1, \dots, n), \quad (14)$$

де  $P_{np_i}$  – граничний рівень підготовки ФСП з виконання  $i$ -го типу операцій,  
 $P_{0_i}$  – початковий рівень підготовки ФСП з виконання  $i$ -го типу операцій,  
 $S_{0_i}$  – параметр, що характеризує швидкість підготовки ФСП з виконання операцій  $i$ -го типу в залежності від його функціонального стану.  
 $\Delta P_i(S_i)$  – величина максимальної помилки, яка є допустимою при виконанні  $i$ -го типу операції після відтворення  $S_i$  тактичних ситуацій.

Якщо умова (14) виконується, то корегування імітованої обставини не проводиться. При цьому передбачається, що після відтворення  $S_i^*$  ситуацій оператори досягнуть необхідних прогнозованих рівнів підготовки  $P_i^*(S_i^*)$  ( $i = 1, \dots, n$ ).

В іншому випадку виникає необхідність в реалізації адаптивного управління процесом тренування, тобто в адаптивній зміні імітованої обставини. З цією метою здійснюється визначення необхідних прогнозованих рівнів підготовки  $P_1^*(S_1^*), \dots, P_n^*(S_n^*)$ , а також необхідних для відтворення  $S_1^*, \dots, S_n^*$  ситуацій.

У загальному випадку завдання адаптивної зміни імітованої обстановки формулюється таким чином.

Дано:  $\lambda_k, P_k, S_0, n, P_0, P_1(S_1), P_2(S_2), \dots, P_n(S_n)$ .

Треба реалізувати простий цикл адаптивного управління процесом імітації обстановки, тобто

а) знайти такі значення  $P_1^*(S_1^*), \dots, P_n^*(S_n^*)$ , при яких

$$T_k = \lambda_k^{-1} \cdot \sum_{i=1}^n S_i^* \quad (15)$$

мінімальне й виконується умова:

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_i^*(S_i^*)}{n} \geq P_k; \quad (16)$$

б) скоректувати модель імітованої обстановки шляхом зміни кількості імітованих ситуацій з урахуванням виконання умов (16). Визначення оптимальних показників  $P_1^*(S_1^*), \dots, P_n^*(S_n^*)$  здійснюється з використанням методу найшвидшого спуску за наступною схемою.

Крок А.  $S_i := 1$  ( $i = 1, \dots, n$ ).

Крок Б. Обчислюється значення перших частинних похідних:

$$\frac{\partial P_i(S_i)}{\partial S_i} = -\frac{P_{np_i} - P_{0_i}}{S_{0_i}} \exp\left(-\frac{S_i}{S_{0_i}}\right), (i = 1, \dots, n). \quad (17)$$

Крок В. З усіх значень, знайдених за формулою (17), вибирається максимальне  $j$ -те й, відповідно, для  $j$ -ї функції  $P_j(S_j)$  визначається її значення в  $(S_{j+1})$ -й точці:

$$P_j(S_{j+1}) = P_{np_j} + (P_{0_j} - P_{np_j}) e^{-\frac{S_{j+1}}{S_{0_j}}}, (j = 1, \dots, n), \quad (18)$$

Крок Г. Якщо умови (16) не виконуються, то здійснюється перехід на крок Б або ж задача вважається розв'язаною, тобто знайдено такі значення  $P_1^*(S_1^*), \dots, P_n^*(S_n^*)$ , при яких  $T_k$  мінімальне.

На основі застосування адаптивних тренажерних систем інтенсивної підготовки ФСП для кожного етапу тренувань, поки мета ( $W_N$ ) не досягнута, повторюється наступна послідовність дій:

відповідно до оптимального плану здійснюється відтворення необхідної імітованої обстановки для послідовного відпрацювання такого набору типових

НЗ, при якому забезпечується досягнення необхідного (максимального) рівня підготовки ФСП;

на основі порівняння поточного рівня підготовки ФСП із виконання 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 підготовки ФСП на  $k$ -му етапі, виникає необхідність в адаптивній зміні (повторній оптимізації) плану відпрацювання різних типів НЗ. З цією метою для кожного етапу тренувань забезпечується формування оптимального набору відпрацювання НЗ з урахуванням поточного рівня підготовки ФСП та їх спроможності працювати в складних умовах тактичної обстановки [7].

**Висновки.** Таким чином, за допомогою розроблених методів на кожному етапі процесу підготовки забезпечується планування та відпрацювання оптимального набору НЗ з урахуванням поточного рівня підготовки ФСП й обмежень на їх навантаження. При цьому забезпечується досягнення максимального рівня підготовки ФСП із виконання типових навчальних завдань у найбільш складних умовах обстановки.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ковальчук А.М. Тренажерна модель стрілецьких вправ у підрозділах МВС України / А.М. Ковальчук // Збірник наукових праць ХОІФК. – 2001. – № 3. – С. 79–80.
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. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек – техника. – М. : Машиностроение. 1983. – 263 с., ил.
5. Зайченко Ю.П. Исследование операций : Учеб. пособие для студентов вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : “Вища школа”. Головное изд-во, 1979. – 392 с.
6. Зайченко Ю.П., Шумілова С.А. Исследование операций : Сборник задач. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : “Вища школа”, 1990. – 239 с.: ил.
7. Гунченко Ю.О. Концептуальні засади побудови систем інтенсивної підготовки фахівців спецпідрозділів / Сучасна спецтехніка. – 2012. – № 2.
8. Гунченко Ю.О., Ленков С.В., Шворов С.А. Методичні засади визначення функціонального стану фахівців спецпідрозділів / Праці Одеського політехнічного інституту. – 2012. – № 2.

Отримано 20.03.2013