

УДК 519.68

*Сергій Васильович Ленков,
Сергій Андрійович Шворов,
Юрій Олександрович Гунченко*

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРЕНАЖНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ФАХІВЦІВ ПІДРОЗДІЛІВ ПОСТІЙНОЇ ГОТОВНОСТІ

Вступ та постановка завдання. Для адекватної оцінки ефективності тренажних засобів та систем потрібен набір критеріїв, за допомогою яких це можливо зробити. Дана робота присвячена дослідженню та аналізу сучасного стану опису та порівняння тренажних систем, виявленню переваг та недоліків існуючих методів та критеріїв, а також визначення вимог до показників якості й ефективності, які дозволять більш раціонально аналізувати такі системи.

Формалізація системи показників. Якщо формалізувати процес функціонування тренажних систем у ході підготовки фахівців підрозділів, які повинні перебувати у постійній готовності (наприклад особовий склад підрозділів спеціального призначення, прикордонної служби, протиповітряної оборони) можливо визначити систему показників, які визначають ефективність цього процесу.

Зазвичай показники, що характеризують складну технічну систему класифікують по групам ознак:

- показники призначення, які визначають ціль й галузь застосування системи;
- показники життєздатності та стійкості до зовнішніх дій;
- показники надійності;
- конструктивні показники;
- економічні показники;
- показники ергономічні та технічної естетики;
- показники стандартизації та уніфікації;
- технологічні показники;
- експлуатаційні показники, які характеризують технічне обслуговування, ремонт, зберігання;
- показники транспортабельності;
- показники безпечності експлуатації системи, та інші.

Деталізуємо головні із цих показників.

Показники призначення характеризують ефективність застосування системи у конкретних умовах.

Конструктивні показники характеризують особливості системи, які обумовлюють можливість реалізації у неї функціональних властивостей (маса, габарити, розміри, що приєднуються, установочні розміри, коефіцієнт використання корисного об'єму та ін.).

Економічні показники характеризують витрати на розробку, виготовлення та експлуатацію системи, а також її економічну ефективність.

У якості показників стандартизації та уніфікації використовують:

- коефіцієнт застосування — ступень насиченості системи стандартними, уніфікованими блоками;
- коефіцієнт повторюваності — ступень повторювання деталей у системі;
- коефіцієнт міжпроектної уніфікації — ступень скорочення номенклатури складових частин декількох систем, та ін.

Дослідження основних показників та критеріїв. У теперішній час для порівняння оцінки ефективності різних систем підготовки фахівців (особового складу) підрозділів постійної готовності застосовують у основному економічні показники [1–3]. При цьому порівнюються витрати, необхідні для забезпечення однакового рівня навчання фахівців при використанні різних систем підготовки.

Для проведення розрахунків використовують залежність [1]:

$$C^{(2)} = \int_{t_0}^{t_k} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n S_{ij}(t) N_{ij}(t) dt, \quad (1)$$

де $S_{ij}(t)$ — вартість одиниці i -го засобу, який забезпечує j -й етап підготовки особового складу у одиницю часу;

$N_{ij}(t)$ — кількість засобів i -го типу, необхідних для забезпечення j -го етапу підготовки;

m — кількість етапів підготовки;

n — кількість засобів підготовки;

t_0, t_k — час начала та закінчення етапу підготовки.

За отриманими значеннями вартості різних систем підготовки (C^1 и C^2) визначається економічний ефект (виграш) (ΔC)

$$\Delta C = C^1 - C^2 \text{ при } Q^1 = Q^2, \quad (2)$$

де $Q^1(Q^2)$ — досягнутий рівень навчання особового складу.

Цей виграш є основою для визначення величини річного скорочення витрат на підготовку фахівців підрозділів постійної готовності за рахунок використання системи підготовки, що пропонується, строку окупності системи, ефективності витрат на підготовку та ряду інших економічних показників.

Однак такий підхід може бути використаний тільки для порівняння вже існуючих тренажних систем, так як не дає методів апріорного визначення рівня навчання, що досягається фахівцями, при оцінюванні альтернативних варіантів побудови таких систем.

Для усунення цього недоліку у ряді робіт [2, 4] пропонується у критеріях типу “ефективність — вартість” замість показників рівня навчання використовувати показник якості тренажних систем.

Наприклад, у [4] пропонується використовувати “інтегральний показник якості” тренажерів й тренажних систем, який отримується шляхом об’єднання сукупності часткових показників їх якості в залежність виду:

$$A_T = \begin{cases} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N \gamma_i h_j \beta_{ij} & \text{— для тренажної системи} \\ \sum_{i=1}^n \gamma_i \beta_i & \text{— для тренажного засобу} \end{cases} \quad (3)$$

де γ_i — вагові коефіцієнти різнотипних показників тренажного засобу (ТЗ);

h_j — вагові коефіцієнти однотипних показників ТЗ, що входять у тренажну систему;

n — кількість часткових показників;

N — кількість ТЗ у системі;

β_{ij} — часткові показники якості ТЗ та систем.

При цьому у складі основних часткових показників якості ТЗ використовують [1, 5]:

1. Показник ступені подібності алгоритму діяльності, що відробляється на тренажері, реальному показнику

$$\beta_\alpha = \sum_{j=1}^m b_j \sum_{i=1}^{m_j} C_{ij} K_{ij}, \quad (4)$$

де b_j — коефіцієнт значимості j -го фахівця у складі підрозділу;

C_{ij} — коефіцієнт значимості i -ї операції у алгоритмі діяльності j -го фахівця, причому

$$\sum_{j=1}^m b_j = \sum_{i=1}^{m_j} C_{ij} K_{ij} = 1;$$

K_{ij} — коефіцієнт, який характеризує ступень відповідності дій j -го фахівця при виконанні i -ї операції реальному;

m — кількість фахівців, які навчаються з використанням тренажного засобу;

m_j — число операцій у алгоритмі діяльності j -го фахівця.

2. Показник повноти та якості імітації інформаційної моделі:

$$\beta_{\text{им}} = A_1 \sum_{i=1}^n \alpha_i K_i + A_2 \sum_{j=1}^m \delta_j K_j = A_1 \beta'_{\text{им}} + A_2 \beta''_{\text{им}}, \quad (5)$$

де $\beta'_{\text{им}}$ — характеризує повноту імітації незалежних факторів імітаційної моделі (можливі перешкоди, погодні фактори, та ін.);

$\beta''_{\text{им}}$ — характеризує повноту імітації факторів, які залежать від дій особового складу (знищення цілі, підключення до бойового режиму, та ін.);

α_i — коефіцієнт значимості i -ї умови інформаційної моделі;

δ_j — коефіцієнт значимості j -ї дії фахівця;

$K_i(K_j)$ — коефіцієнти відповідності імітації i -ї умови (j -ї дії) реальним;

$m(n)$ — кількість умов, які потрібно відтворити;

$A_1(A_2)$ — коефіцієнти значимості імітації незалежних (залежних) факторів імітаційної моделі.

3. Показник повноти контролю якості підготовки підрозділів

$$\beta_k = \sum_{l=1}^z h_l k_l, \quad (6)$$

де h_l — коефіцієнт значимості l -го параметра, що контролюється, при підготовці на тренажному засобі;

k_l — коефіцієнт, який характеризує можливості тренажного засобу у частині контролю l -го параметра;

z — кількість параметрів, які підлягають контролю.

4. Показник забезпечення повного циклу підготовки підрозділів на тренажному засобі

$$\beta_n = 1 - \sum_{i=1}^n b_i \frac{\Delta t_{\text{доп}}}{t_{\text{подг}}}, \quad (7)$$

де $\Delta t_{\text{доп}}$ — додатковий час підготовки з використанням бойових засобів;

$t_{\text{подг}}$ — загальний час підготовки фахівця (особового складу, підрозділу) для забезпечення потрібної якості діяльності;

b_i — коефіцієнт значимості i -ї задачі у загальній системі підготовки ($\sum_{i=1}^n b_i = 1$);

n — число навчальних задач, які складають повний цикл підготовки.

Аналіз часткових показників якості тренажних засобів показує, що всі вони формуються за рахунок використання ряду вагових

коефіцієнтів, кожний з яких визначається методами експертних оцінок.

Використання цих же методів ще раз при згортці часткових показників у інтегральній критерій (2) знижує імовірність оцінок, які проводяться з його використанням.

Аналогічний підхід проглядається при використанні так званого “педагогічного критерію” [3]:

$$\Pi = \sum_{i=1}^L \Phi_i H_i, i = 1, \bar{L}, \quad (8)$$

де Φ_i — вагові коефіцієнти значимості функцій, які характеризують навчально-інформаційну модель, що будується, та автоматизованого контролю, управління ходом тренування;

H_i — кількісні оцінки указаних функцій, які визначаються за допомогою мір ентропії.

Аналіз недоліків та переваг показників якості. Показники, які формалізуються на основі такого підходу, характеризують визначеним образом якість тренажних засобів та систем й можуть бути використані для їх порівняльної оцінки.

Однак при цьому вони володіють низкою недоліків, які не дозволяють отримати коректні висновки при їх використанні у якості критеріїв ефективності.

По-перше, вони не відповідають основній потребі, яка ставиться до критерію ефективності, так як не характеризує ступень досягнення кінцевої цілі функціонування тренажних засобів — забезпечення потрібного рівня навчання особового складу підрозділів постійної готовності.

По-друге, вони дозволяють проводити оцінку тренажних засобів без урахування процесу їх функціонування. Це може призвести до помилок у оцінках, так як один й той же тренажний засіб у різних системах бойової підготовки може реалізовувати різний рівень ефективності.

В работе классифицированы и проанализированы показатели эффективности, которые на сегодняшний день используются для исследования и сравнения тренажных систем подготовки специалистов подразделений постоянной готовности. Показаны их преимущества и недостатки, определены требования к таким показателям, которые должны учитывать необходимый уровень обучения с учетом процесса функционирования тренажных систем и повышения достоверности оценок.

Ключевые слова: тренажная система, тренажер, обучение, критерии качества, показатель эффективности, подразделения постоянной готовности.

По-третє, їм притаманні загальні недоліки інтегральних показників, що формуються методами згортки, пов'язані з труднощами отримання достовірних й об'єктивних значень вагових коефіцієнтів при часткових показниках.

По-четверте, використання методів експертних оцінок на двох послідовних етапах формування часткових та інтегральних показників якості тренажних засобів знижує достовірність оцінок, які проводяться на їх основі.

Висновки. Таким чином, виникає задача розробки таких показників ефективності тренажних засобів та систем, які б дозволили враховувати:

- цільове призначення системи підготовки, у якій функціонує тренажна система, що оцінюється;
- рівень навчання фахівців, який досягається при використанні тренажної системи, що оцінюється;
- співвідношенням досягнутого рівня навчання особового складу підрозділу з його потрібним рівнем.

Література

1. Сбітнев А. І. Теоретико-концептуальні основи побудови інтелектуальних тренажних систем інтенсивної підготовки диспетчерів управління повітряним рухом / А. І. Сбітнев, С. В. Ленков, С. А. Шворов // Нові технології. — 2006. — № 3 (13). — С. 66—69.
2. Воронин А. Н. Многокритериальный синтез динамических систем / А. Н. Воронин. — К. : Наук. думка, 1992. — 160 с.
3. Військове виховання: історія, теорія та методика : Навч. посібник / за ред. В. В. Ягупова. — К. : Graphic&Design, 2002. — 560 с.
4. Сбітнев А. І. Нові технології (методичні основи) організації прискореної підготовки диспетчерів управління повітряним рухом / Сбітнев А. І., Шворов С. А., Садовник О. С. // Нові технології. — 2005. — № 4 (10). — С. 83—87.
5. Ваколюк Т. В. Використання технічних засобів комп'ютерної технології навчання при інтенсивному вивченні іноземної мови курсантами ВВНЗ // 36. наук. пр. Нац. акад. ПВУ. — м. Хмельницький, 2002. — № 23. — Ч. II. — С. 73—78.

The indexes of efficiency, which at present are used for research and comparison of drill systems for training of specialists of constant readiness units are classified and analysed. Their advantages and disadvantages are presented; requirements to such indexes, which must take into account the necessary level of studies inclusive of the process of drill systems functioning and increase of authenticity of estimations are defined.

Key words: drill system, trainer, training, criteria of quality, index of efficiency, constant readiness units.