

УДК 621.798.001.24

Ю.О. ГУНЧЕНКО, А.А. КОБОЗЄВА

Одеський національний політехнічний університет

С.А. ШВОРОВ

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації НТТУ "КПІ

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ТРЕНАЖЕРНО-МОДЕЛЮЮЧИХ СИСТЕМ ІНТЕНСИВНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ПІДРОЗДІЛІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті розглянута інформаційна технологія, що застосовується для автоматизації багатоступового синтезу функціональної та технічної структури тренажерно-моделюючої системи інтенсивної підготовки фахівців підрозділів спеціального призначення. Сформульована постановка наукової проблеми та обґрунтовано перелік задач, що вирішуються на кожному етапі побудови тренажерно-моделюючої системи. Наведена структура, вхідні та вихідні дані зазначеної інформаційної технології. Запропоновано методи синтезу функціональної та технічної структури системи. Розроблено метод синтезу обчислювальної мережі тренажерно-моделюючої системи, що складається з сервера, з'єданого з вбудованими ЕОМ в імітатори стрілецької зброї та в шлеми фахівців спеціалізованих підрозділів, а також з ЕОМ засобів відображення тактичної обстановки колективного використання. Наведено методику вибору раціонального варіанта побудови тренажерно-моделюючої системи.

Ключові слова: інформаційна технологія, багатоступовий синтез, раціональний варіант побудови, тренажерно-моделююча система, інтенсивна підготовка, фахівці спеціалізованих підрозділів.

YU.A. GUNCHENKO, A.A. KOBOZEVA

Odessa National Polytechnic University

S.A. SHVOROV,

Military Institute of Telecommunications and Information National Technical University "KPI

INFORMATION TECHNOLOGY OF THE SIMULATING-MODELLING SYSTEMS CONSTRUCTION FOR THE INTENSIVE TRAINING OF SPECIAL UNITS EXPERTS

In this article the information technology used to automate multi-step synthesis of functional and technical structure fitness-modelling system of intensive training of special forces. This statement of the research problem and justify a list of tasks to be solved at each stage of the construction of the fitness-modelling system. The structure, the input and output of this information technology. The methods for the synthesis of functional and technical system design. The method of synthesis fitness area network-modelling system consisting of a server connected to the built-in computer simulators small arms and helmets professional special forces, as well as a computer display facilities for collective use of the tactical situation. The technique of choice of rational variants of the fitness-modelling system.

Keywords: information technology, multi-step synthesis, a rational version of the construction, fitness modelling system, intensive training, special forces specialists.

Вступ

Сучасна ефективна побудова, впровадження і розвиток тренажерно-моделюючих систем (ТМС) інтенсивної підготовки фахівців спеціалізованих підрозділів (ФСП) можливі лише із застосуванням відповідних інформаційних технологій, які використовують моделі відтворення характеристик функціонування різних систем навчання для вибору серед них найкращого варіанта побудови ТМС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що існуючі методи побудови систем навчання спираються на такі риси людини-проектанта як інтуїція, досвід, навички [1-3]. Однак традиційне проектування не здатне забезпечити отримання якісного варіанта побудови ТМС, що забезпечує підготовку ФСП при мінімальних вартісних витратах та в короткі строки. Вивчення умов функціонування ТМС, її вдосконалення, розробка та експлуатація неможливе без використання спеціальної інформаційної технології. А таке вивчення представляє собою наукове дослідження, яке характеризується обробкою великих об'ємів інформації, створенням моделей функціонування ТМС та на цій основі – інформаційної технології побудови ТМС інтенсивної підготовки ФСП.

Метою статті є розробка інформаційної технології побудови ТМС інтенсивної підготовки фахівців підрозділів спеціального призначення.

Виклад основного матеріалу дослідження

Основою мета створення сучасних технологій побудови ТМС – підвищення якості проектів, зниження матеріальних витрат, скорочення термінів проектування, підвищення продуктивності праці проектантів шляхом використання на всіх етапах побудови ТМС комп'ютерної техніки. Виявленням закономірностей проектування як виду науково-технічної діяльності повинна займатися спеціальна наукова дисципліна, яку можна назвати інформаційною технологією побудови ТМС. У загальному випадку інформаційна технологія є система процесів, яка використовується для створення, збору, передачі, зберігання і обробки інформації у

відповідній наочній області [4, 5]. Інформаційна технологія побудови ТМС – це сукупність методів, процесів і програмно-технічних засобів, об'єднаних у технологічний ланцюжок, що забезпечує збір, обробку, зберігання і відображення інформації з метою зниження трудомісткості процесів синтезу системи інтенсивної підготовки ФСП.

Процес побудови ТМС, як і будь-який технологічний процес переробки інформації, складається з певним чином розташованих в часі закінчених дій, які представлені у вигляді наступних основних етапів: ідентифікація, концептуалізація, формалізація, виконання, тестування, дослідна експлуатація [6].

На етапі ідентифікації визначаються завдання, що підлягають вирішенню за допомогою ТМС у процесі підготовки ФСП, та виявляється мета розробки і необхідні ресурси. Етап концептуалізації припускає змістовний аналіз та обґрунтування методів вирішення функціональних задач ТМС. На етапі формалізації визначаються способи уявлення та інтерпретації всіх видів знань, моделюється робота системи, оцінюється ступінь відповідності планованих і досягнутих цілей функціонування ТМС, адекватність уявлення і маніпулювання знаннями. Етап виконання характеризується здобуванням знань у експертів про моделювання тактичної обстановки та еталонні дії ФСП у тих або інших ситуаціях. На етапі тестування експертною групою здійснюється перевірка можливості використання інтегрованої експертно-моделюючої системи в процесі підготовки ФСП. Тестування продовжується доти, поки експертна група не вирішить, що система досягла необхідного рівня компетентності. На етапі дослідної експлуатації перевіряється придатність ТМС до вирішення функціональних задач і ступінь досягнення поставленої мети. За результатами даного етапу може знадобитися суттєва модифікація системи.

Процес побудови ТМС не зводиться до суворій послідовності виконання перерахованих вище етапів. У ході синтезу ТМС можливе кількарізне повернення до більш ранніх етапів і перегляд раніш прийнятих рішень. З метою скорочення термінів розробки ТМС доцільно здійснювати відповідно до концепції “швидкого прототипу”. Суть її полягає в тому, що розробники не намагаються відразу створити кінцевий продукт. На початковому етапі вони створюють прототип майбутньої ТМС, що повинен задовольняти двом суперечливим вимогам: з одного боку вирішувати функціональні задачі, а з іншого – час і трудомісткість його розробки повинні бути незначними, щоб можна було максимально запаралелити процес накопичення і налагодження знань, необхідних для обґрунтування раціонального варіанта побудови ТМС. При цьому виникає необхідність за допомогою інформаційної технології побудови ТМС у вирішенні наступних груп наукових задач:

1. Обґрунтування концепції побудови та організації функціонування ТМС.

2. Обґрунтування раціонального варіанта побудови ТМС, тобто визначення засобів відображення тактичної обстановки (ЗВО) та імітаторів стрілецької зброї, об'єднаних ієрархічними, інформаційними, керуючими зв'язками обчислювальної мережі ТМС.

Для задач першої групи характерні такі два рівні проведення досліджень. На першому рівні необхідно побудувати концептуальну модель функціонування ТМС, а на другому рівні, на базі прийнятої концептуальної моделі, будуються імітаційні моделі динамічного дискретно-керованого процесу, в якому: об'єктом керування є ЗВО, керованими параметрами – показники якості діяльності ФСП, керуючими впливами – навчальні завдання (НЗ). Також розробляється система показників і методика оцінки ефективності функціонування ТМС.

При традиційному методі проектування, часто вживаному досі, розробник інтуїтивно обґрунтовує рішення щодо побудови ТМС, перевіряє його за певними критеріями. Обидва види діяльності – розробка певного рішення і його перевірка – у такому випадку здійснюються в думках паралельно і настільки швидко й органічно, що вони часто сприймаються як одна дія. Але при розробці методики систематизованого інформаційного проектування технічних систем важливо розрізнити процедуру синтезу варіантів рішень (генерування варіантів) і процедуру обмеження різноманітності рішень для вибору кращого варіанта побудови ТМС (аналіз, оцінка, відбір, оптимізація) [4, 5].

Таким чином, можна стверджувати, що в основу проектування покладено поєднання інформаційних методів технології синтезу і технології оптимізації (аналізу). Результатом аналізу, проведеного за допомогою інформаційної технології побудови ТМС, є моделі процесів їхнього функціонування і закономірності, що властиві цим процесам та системі взагалі. У цьому і є пізнавальна цінність аналізу. Прикладна його цінність обумовлена використанням результатів для постановки задачі синтезу.

У **другій групі** задач побудови ТМС однією з основних є задача їх оптимального синтезу, яка спрямована на вибір раціонального варіанта побудови системи, що найкраще пристосована для виконання заданих функцій.

Методика вирішення задачі синтезу ТМС включає такі основні етапи. Перший – визначаються показники ефективності кожного з варіантів побудови ТМС на множині умов функціонування системи для вибору найкращих з них. На другому етапі методики вирішується задача класифікації ситуацій за ознакою задоволення прийнятим обмеженням. Під ситуацією в багатомірному факторному просторі розуміється варіант рішення, а також умов його реалізації. Для кожної точки ситуації проводиться розрахунок показників ефективності і порівняння отриманих значень з припустимими. На третьому етапі, для звуження множини варіантів рішень, застосовується принцип оптимізації по Парето, що виділяє припустиму Парето-ефективну множину рішень [7]. Подальше звуження множини варіантів рішень пов'язане з концептуальним вибором такого варіанта побудови ТМС із всієї множини, який забезпечує достатньо високий (необхідний)

рівень показників цільової та економічної ефективності. При цьому оптимальне рішення дозволяє визначити діапазон припустимих значень параметрів ТМС по виконанню поставлених завдань.

У загальному вигляді постановка задачі розробки та застосування інформаційної технології побудови ТМС формулюється наступним чином: необхідно знайти з множини можливих варіантів (X) такий варіант побудови ТМС ($x \in X$), при якому забезпечується інтенсивна підготовка ФСП до необхідного (максимально можливого) рівня (P) з мінімальними фінансовими (C_1) і часовими (C_4) витратами.

Формальна постановка наукової проблеми може бути представлена у вигляді рішення трикритеріальної задачі:

$$P \rightarrow \max_{x \in X}, C_1 \rightarrow \min_{x \in X}, C_4 \rightarrow \min_{x \in X}. \quad (1)$$

Як видно з (1) всі критерії мають суперечливий характер і знайти оптимальний (або раціональний) варіант побудови ТМС, що задовольняє всім зазначеним вище умовам, у край складно. Без розробки та застосування спеціальної інформаційної технології побудови таких систем вирішення зазначеної проблеми неможливе.

З методичної точки зору вирішення задачі (1) за допомогою інформаційної технології побудови ТМС можливе на основі комбінованого застосування наступних двох основних процедур синтезу функціональної структури ТМС, що забезпечують прискорену підготовку фахівців [8, 9]:

до необхідного рівня з виконання навчальних завдань при мінімальних витратах часу (перша фаза інтенсивного навчання);

для виконання завдань до максимально можливого рівня фахової навченості при заданих часових (вартісних) обмеженнях у ході проведення планових навчальних занять (друга фаза інтенсивної підготовки).

Застосування першої процедури передбачає використання усіх можливих методів прискореного навчання та вибору серед них найкращого, з урахуванням однакового початкового рівня підготовки ФСП, їх пристосованості до прискореного навчання та функціонального стану ФСП при роботі в умовах емоційної напруженості. Вирішення цієї задачі можливе на основі використання сучасних інтенсивних технологій навчання. У загальному випадку інтенсивна технологія визначається "як система факторів, що інтенсифікують процес навчання: ідеальних, спрямованих на підвищення ступеня активності тих, кого навчають, і матеріальних (технічних), що забезпечують заданий (максимальний) рівень навчання в найкоротший термін" [10]. У зазначених умовах прискорені режими навчання можуть стати джерелом як позитивних, так і негативних емоцій. Виникаючі в результаті дефіциту часу емоційні реакції до визначеного граничного значення впливають на підготовку фахівців як організуючий фактор. При цьому мотивація сприяє підвищенню швидкості засвоєння навчального матеріалу і скороченню часових та фінансових витрат на навчання. Таким чином, за допомогою імітаційної моделі функціонування ТМС у прискореному режимі забезпечується формування такої кількості різноманітних навчальних завдань на ЗВО, при відтворенні яких скорочуються часові (фінансові) витрати, необхідні для підготовки фахівця до необхідного рівня. Розв'язання даної задачі здійснюється на основі використання методу прискореної підготовки фахівців [8]. Як показують результати моделювання, при застосуванні зазначеного методу часові (фінансові) витрати на підготовку ФСП скорочуються в 1,5-2 рази у порівнянні з існуючими методами прискореного навчання (рис. 1).

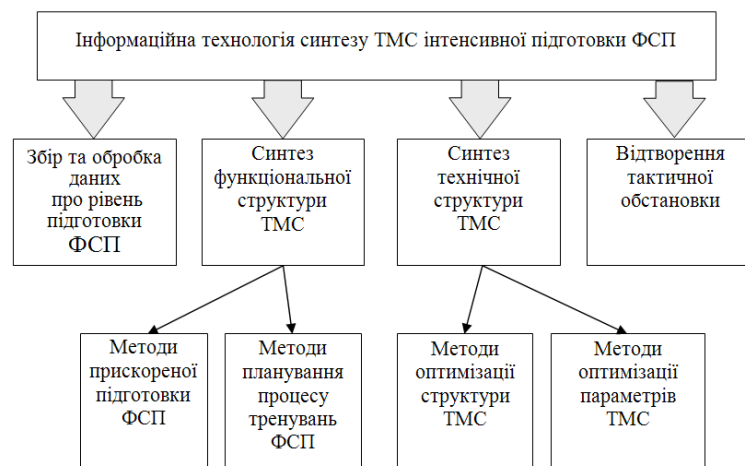


Рис. 1. Структура інформаційної технології побудови ТМС інтенсивної підготовки ФСП

Застосування другої процедури передбачає застосування усіх можливих методів навчання та вибору серед них найкращого, що забезпечує подальше максимальне підвищення рівня підготовки фахівців з урахуванням функціонального стану ФСП та обмежень на часові (вартісні) витрати. Рішення даної задачі здійснюється за допомогою методу планування процесу тренувань фахівців спецпідрозділів [9], використання якого забезпечує підвищення рівня підготовки фахівців спецпідрозділів більш ніж на 30%.

У групі вирішення найбільш важливих задач з використанням інформаційної технології побудови

ТМС є синтез обчислювальної мережі ТМС, що складається з сервера, з'єданого з вбудованими ЕОМ в імітатори стрілецької зброї та в шлеми ФСП, а також з ЕОМ засобів відображення тактичної обстановки колективного використання.

Характерною рисою функціонування ТМС є те, що мережа ЕОМ повинна забезпечувати прийом, обробку й видачу інформації про імітацію стрільби за час, що не перевищує цикл відновлення інформації (ΔT_0) у форматі 3d про реальну тактичну обстановку. Очевидно, що для створення такої мережі ЕОМ треба, у першу чергу, визначити необхідну продуктивність кожної ЕОМ. Під необхідною продуктивністю ЕОМ розуміють середнє число наведених операцій, що виконуються ЕОМ в одиницю часу з урахуванням всіх витрат часу: на введення й виведення інформації про тактичну обстановку, на виявлення й усунення збоїв, на обмін інформацією між оперативною й зовнішньою пам'яттю, базою знань і базою даних.

При побудові моделі функціонування ТМС:

елементи ТМС (ЕОМ імітаторів стрілецької зброї, ЗВО колективного та індивідуального застосування) розглядаються як незалежно функціонуючі системи масового обслуговування (СМО) з необмеженою чергою й дисципліною обслуговування в порядку надходження (FIFO);

конфігурація ТМС подається у вигляді розімкненої стохастичної мережі, на вхід якої поступає G_i моделей тактичної обстановки;

для реалізації алгоритмів інтенсивного навчання кожний елемент ТМС виконує θ_i наведених операцій;

на вхід кожної i -ї СМО надходить потік заявок з інтенсивністю λ_i ;

мережа функціонує в сталому режимі;

продуктивність кожного елемента ТМС (Y_1, \dots, Y_n) є функцією від вартості даного елемента (S_1, \dots, S_n) і може подаватися у вигляді лінійної залежності.

у кожній i -й СМО на процес обслуговування заявок впливає пуассонівський потік переривань (збоїв) із середньою щільністю α_i ;

після кожного переривання час дообслуговування заявок в i -й СМО визначається експоненціальним законом з параметром γ_i .

Постановка задачі синтезу обчислювальної мережі ТМС формулюється в наступному вигляді.

Дано: n елементів ТМС, поданих у вигляді стохастичної мережі. Для кожного i -го ($i = \overline{1, n}$) елемента відомі: середня кількість наведених операцій θ_i , α_i , γ_i , G_i . Цикл функціонування ТМС дорівнює ΔT_0 . Необхідно визначити оптимальні значення Y_1, \dots, Y_n , при яких:

$$\begin{cases} M[\tau_{\Sigma}] \leq \Delta T_0; \\ C_1 = \min_{Y_i} \left(\sum_{i=1}^n S_i \right), \end{cases} \quad (2)$$

де $M[\tau_{\Sigma}]$ – математичне сподівання часу обробки інформації п елементами тренажера з урахуванням впливу короткочасних переривань (збоїв);

C_1 – сумарна вартість ТМС.

При цьому в структурі розв'язання даної задачі виділяються наступні процедури синтезу.

1. За допомогою методу Лапласа-Стилтьєса обчислюється математичне сподівання $M[\tau_i]$ обробки інформації i -м елементом ТМС з урахуванням впливу короткочасних переривань.

2. Визначаються аналітичні залежності $M[\tau_{\Sigma}]$ від Y_i ($i = \overline{1, n}$).

3. Оптимальні значення Y_i ($i = \overline{1, n}$) обчислюються за допомогою методу невизначених множників Лагранжа.

Найбільш важливою задачею щодо розробки та застосування інформаційної технології є обґрунтування раціонального варіанта побудови ТМС, основною метою функціонування якого є підготовка фахівців до необхідного (максимально можливого – “відмінного”) рівня (P_n) при мінімальних витратах часу і коштів (C). При цьому узагальнений показник C повинен враховувати витрати на розробку та серійне виготовлення (C_1) і впровадження (C_2) кожного r -го ($r = 1, \dots, R$) варіанта ТМС, часові (C_3), а також експлуатаційні витрати (C_4), необхідні для підготовки фахівців необхідного рівня (P_n). Крім того, узагальнений показник C має враховувати витрати для створення і ведення баз даних (баз знань) про навчальні завдання (C_5), організацію об'єктивного контролю і управління процесом навчання (C_6). Також в узагальнений показник C можуть включатися витрати (C_7), необхідні для підвищення стійкості функціонування засобів обчислювальної техніки, програмного забезпечення і мережного обладнання кожного r -го варіанта ТМС. При цьому значення κ -го ($\kappa = 1, \dots, s$) показника витрат не повинне перевищувати максимально припустимого значення $C_{\kappa_{\text{дон}}}$.

Виходячи з того, що показники витрат задаються в різних одиницях виміру і носять різний фізичний зміст, для рішення задачі вибору раціонального варіанта побудови та організації функціонування ТМС на першій фазі навчання скористаємося концепцією нелінійної схеми компромісів [7, 12]. Для вибору r -го (раціонального) варіанта побудови ТМС, що забезпечить прискорену підготовку фахівців, доцільно використовувати наступний узагальнений показник (C_r):

$$C_r = \sum_{k=1}^s \left(\frac{F_k C_{k_{\text{доп}}}}{C_{k_{\text{доп}}} - C_{kr}} \right) \rightarrow \min, \quad (3)$$

при $P_r \geq P_n$, $C_{kr} \leq C_{k_{\text{доп}}}$, $\sum_{k=1}^s F_k = 1$ ($r = 1, \dots, R$; $k = 1, \dots, s$),

де P_r – середній рівень підготовки фахівців, що досягається при використанні r -го варіанта ТМС на першій фазі навчання;

P_n – необхідний рівень підготовки фахівців;

F_k – коефіцієнт важливості k -го показника.

Крім того r -й (раціональний) варіант побудови ТМС, при його використанні на другій фазі навчання, повинен задовольняти наступному критерію ефективності:

$$P_r \rightarrow \max, \quad (4)$$

при $C_{kr} \leq C_{k_{\text{доп}}}$, $\sum_{k=1}^s F_k = 1$ ($r = 1, \dots, R$; $k = 1, \dots, s$).

На даному етапі всі можливі варіанти побудови тренажерних систем (ТС): не автоматизовані, програмувальні, адаптивні [12], ТМС інтенсивної підготовки (ІП), інтелектуальні ТС – формально описуються координатами точки в багатомірному просторі зазначених вище параметрів. Кожній точці цієї області (тобто запропонованим варіантом ТС) ставляться у відповідність чисельні значення критеріїв (3) та (4). У результаті обчислювальних експериментів знаходиться сукупність чисельних значень параметрів і критеріальних функцій, яка формує базу даних для пошуку і вибору раціональної концепції побудови перспективної ТС. Основна ідея пошуку такої концепції полягає в тому, що раціональний варіант побудови ТС визначається поблизу точок вибіркової множини, що мають досить високий рівень показників цільової й економічної ефективності [13].

На основі проведеної оцінки різних варіантів побудови тренажерних систем установлено, що витрати (у відсотковому співвідношенні), що розраховуються при вирішенні задачі (1), на створення і застосування інтелектуальних тренажерних систем (ТС) на 20-25% вище, ніж на розробку й експлуатацію парето-оптимального варіанта тренажерно-моделюючої системи інтенсивної підготовки (рис. 2).

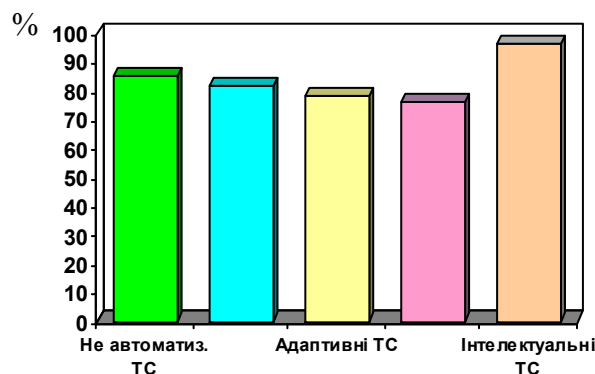


Рис. 2. Порівняльна оцінка витрат на розробку і застосування різних тренажерних систем для підготовки фахівців спецпідрозділів

Виходячи з отриманих результатів дослідження з використанням розробленої інформаційної технології, можна вважати, що раціональним є варіант побудови ТС – ТМС інтенсивної підготовки фахівців спецпідрозділів.

Висновки

Таким чином, на основі використання запропонованої інформаційної технології побудови ТМС, яка представлена як багатоступенева послідовність окремих процедур та етапів щодо застосування розроблених методів та моделей функціонування ТМС, забезпечується вирішення задач синтезу функціональної та технічної структури системи, а також обґрунтування раціонального варіанта побудови ТМС.

Література

1. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения / Машбиц Е.И. – М. : Педагогика, 1988. – 192 с.
2. Петрушин В.А. Интеллектуальные обучающие системы: архитектура и методы реализации (обзор) / В.А. Петрушин // Техническая кибернетика. – 1993. – № 2. – С. 164–189.
3. Бондаренко В.Е. Некоторые вопросы теории обучающих игр / В.Е. Бондаренко. – К. : Ин-т проблем моделирования в энергетике, 1988. – 37 с. – (Препринт-139 / АН УССР).

4. Palczewski B. Zasady modularyzacji w projektowaniu technologicznych systemow pakowania. Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej, 2006. – № 230, MECHANIKA, z.67. – С. 51–60.
5. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем / Пальчевський Б.О. – Львів : Світ, 2001. – 238 с.
6. Искусственный интеллект : в 3 кн. : справочник. – М. : Радио и связь, 1990. – 304 с.
7. Сложные технические и эргатические системы / [Воронін А.М., Зіатдінов Ю.К., Харченко А.В. та ін.]. – Харків : Факт, 1997. – 240 с.
8. Гунченко Ю.О. Метод прискороної підготовки фахівців спецпідрозділів в навчально-тренувальному центрі / Ю.О. Гунченко, А.А. Гончарук, С.А. Шворов // Вісник інженерної академії України. – 2012. – № 3-4. – С. 55–59.
9. Гунченко Ю.О. Планування процесу тренувань фахівців спецпідрозділів з урахуванням їх функціонального стану та обмежень на часові (вартісні) витрати / Ю.О. Гунченко, С.В. Ленков, С.А. Шворов, А.А. Гончарук // Інформаційна безпека. – Луганск, 2012. – № 2(8). – С. 37–42.
10. Крюкова Н.Д. Роль и место понятийно-терминологического аппарата в разработке теории интенсивной технологии профессионального обучения / Н.Д. Крюкова // Методологические основы проектирования интенсивных технологий профессионального обучения : сб. научн. тр. – 1992. – С. 26.
11. Гунченко Ю.О. Концептуальні засади побудови систем інтенсивної підготовки фахівців спецпідрозділів / Ю.О. Гунченко // Сучасна спеціальна техніка. – 2012. – № 1(28). – С. 97–103.
12. Гунченко Ю.О. Модель функціонування адаптивної тренажерної системи для підготовки фахівців спецпідрозділів / Ю.О. Гунченко, С.В. Ленков // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2011. – № 3. – С. 260–265.
13. Гунченко Ю.О. Методи аналізу і синтезу інтелектуальних тренажерних систем інтенсивної підготовки фахівців підрозділів спеціального призначення / Ю.О. Гунченко, С.В. Ленков, С.А. Шворов // Праці Одеського політехнічного інституту. – Одеса, 2012. – № 1(38). – С. 159–162.

References

1. Mashbic E.I. Psikhologo-pedagogicheskie problemy kompyuterizacii obucheniya. M. Pedagogika, 1988. 192 s.
2. Petrushin V.A. Intellektualnye obuchayushchie sistemy: arkhitektura i metody realizacii (obzor). Texnicheskaya kibernetika. 1993. № 2. s. 164 - 189.
3. Bondarenko V.E. Nekotorye voprosy teorii obuchayushchikh igr. Preprint-139. an ussr. - k: in-t problem modelirovaniya v energetike, 1988. 37 s.
4. Palczewski B., Zasady modularyzacji w projektowaniu technologicznych systemow pakowania. Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej, 2006, № 230, MECHANIKA, z.67.- c. 51-60.
5. Halchevskij B.J. Doslidzhennya tekhnologichnix sistem. Lviv: Svit, 2001. 238 s.
6. Iskustvennyj intellekt. - V 3 kn. Spravochnik. M. Radio i Svyaz, 1990. 304 s.
7. Voronin A.M., Ziatdinov Y.K., Kharchenko A.V. Slozhnye tekhnicheskie i ergaticheskie sistemy. Kharkiv: Fakt, 1997. 240 s.
8. Gunchenko Y.J., Goncharuk A.A., Shvorov S.A. Metod priskorenoi pidgotovki fakhivciv specpidrozdiliv v navchalno-trenuvalnomu centri . Visnik inzhenernoi akademii Ukraini. 2012. № 3-4. s. 55-59.
9. Gunchenko Y.O. , Lenkov S.V., Shvorov S.A., Goncharuk A.A. Planuvannya procesu trenuvan fakhivciv specpidrozdiliv z urakhuvanniam yikh funkcionalnogo stanu ta obmezhen na chasovi (vartisni) vitrati . Informacijna bezpeka. Lugansk, 2012. № 2(8). s.37-42
10. Kryukova N.D. Rol i mesto ponyatijno-terminologicheskogo apparata v razrabotke teorii intensivnoj tekhnologii professionalnogo obucheniya . Metodologicheskie osnovy proektirovaniya intensivnykh tekhnologij professionalnogo obucheniya: Sb. nauchn. tr. 1992. s. 26.
11. Gunchenko Y.O. Konceptualni zasadi pobudovi sistem intensivnoi pidgotovki fakhivciv specpidrozdiliv. Suchasna specialna texnika. 2012. №1(28). s. 97-103.
12. Gunchenko Y.O., Lenkov S.V. Model funkcionuvannya adaptivnoi trenazhernoї sistemi dlya pidgotovki fakhivciv specpidrozdiliv. Informatika ta matematichni metodi v modelyuvanni. 2011. № 3. s. 260-265.
13. Gunchenko Y.O., Lenkov S.V., Shvorov S.A. Metodi analizu i sintezu intelektualnih trenazhernih sistem intensivnoi pidgotovki fakhivciv pidrozdiliv specialnogo priznachennya. Praci Odeskogo politekhnichnogo institutu. Odesa, 2012. № 1(38). s.159-162.

Рецензія/Peer review : 11.3.2013 р. Надрукована/Printed :7.4.2013 р.

Рецензент: Начальник науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, д.т.н., проф. Ленков С.В.