

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СИНТЕЗУ НАВЧАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ

Постановуючим критерієм ефективності любого проектування є побудова її архітектури, що залежить від засобів і методів реалізації цієї системи. Удосконалення системи організації безперервної освіти у військовій навчальній системі сьогодні є величезна кількість програм, які певною мірою підвищують ефективність навчання за допомогою організації адаптивного діалогу з користувачем (як з учнем, студентом, курсантом, ад'юнктом, слухачем, так і з викладачем).

В цій статті проаналізовані основні принципи синтезу навчально-інформаційних систем для організації безперервної освіти. Розглянуті основні чинники, які впливають на якість навчально-інформаційних систем (НІС), а саме: мета функціонування; умови функціонування; топологія об'єкта дослідження, взаємозв'язок між завданнями, що розв'язуються; формальний опис процесів навчання персоналу; моделі функціонування; критерії ухвалення рішення про можливість використання отриманих результатів для вибору варіанта системи; узагальнені параметри (характеристики) НІС і обмеження; стратегії (моделі) навчання фахівців в умовах невизначеності вихідних даних і періодичності розв'язання завдань. Синтезована функція яка повинна бути гладкою й монотонною; у критичних випадках повинна виражати принцип мінімакса; у типових умовах повинна дотримуватися принципу інтегральної оптимальності; у проміжних випадках повинна приводити до парето-оптимальних розв'язів, що дають різні міри часткового задоволення критеріїв. Показано, що можливості традиційних методик навчання обмежені і не можуть забезпечити належної інтенсифікації підготовки майбутніх військових фахівців. Вихід полягає у принциповому повороті від екстенсивних до інтенсивних методик навчання з використанням перспективних НІС інтенсивної підготовки. Головною перевагою таких систем підготовки фахівців є можливість за допомогою імітаційних НІМ, що включає розвиток та наслідки вирішення баз знань, оцінити ефективність приймальних рішень фахівцями при різноманітних варіантах їх дій.

Констатовано, що створення НІС інтенсивної підготовки та організація їх функціонування у вигляді двохфазової моделі інтенсивного навчання забезпечує професійну підготовку фахівців до необхідного (максимально можливого) рівня навченості при визначених фінансових і часових витратах.

Ключові слова: навчально-інформаційні системи, побудова архітектури, завдання синтезу, вибір схем компромісів.

Вступ та аналіз останніх досліджень. Початковим етапом проектування будь-якої складної системи є побудова її архітектури, що залежить від засобів і методів реалізації цієї системи. Зараз є величезна кількість програм, які певною мірою підвищують ефективність навчання за допомогою організації адаптивного діалогу з користувачем (як з учнем, студентом, курсантом, ад'юнктом, слухачем, так і з викладачем). Перші (НІС) будувалися відповідно до твердого сценарію подання навчальної інформації й діалогу з користувачем. До таких систем належать, наприклад, програмовані навчальні системи, а також електронні підручники, які й зараз не втрачають своєї актуальності й привабливості. Проте на сучасному етапі, коли обсяги інформації стрімко зростають, виникає необхідність створення таких засобів підтримки електронних підручників, які б дали змогу користувачеві не тільки переглядати інформацію, що цікавить його, шляхом навігацій по гіперструктурах, а й задавати різні більш складні питання [1-4]. Це приводить до розширення типології питань користувача, завдяки чому користувач заощаджує час на пошук тієї або іншої інформації. Ускладнення номенклатури й змісту, потреба вдосконалення засобів опису навчального матеріалу, тобто,

крім структури й змісту, необхідно також ураховувати семантичні зв'язки між описуваними поняттями. Використання такого підходу дозволяє розробити інтелектуальні довідкові системи або експертні системи (ЕС), які необхідні не тільки в складі НІС, а й у будь-якій комп'ютерній системі. ЕС є різновидом комп'ютерних систем для ефективної підготовки фахівців гуманітарного чи технічного профілю. Специфічною особливістю ЕС є наявність бази знань, де зберігаються розв'язання множини завдань, у тому числі при виконанні лабораторних та практичних робіт, які входять у програму навчання. База знань безупинно поповнюється й модифікується відповідно до досвіду застосування й вимог споживачів.

Розроблювачі НІС пропонують різні варіанти архітектур систем даного класу. Спільним у всіх цих архітектурах є те, що НІС складається з кількох підсистем, у результаті взаємодії яких користувачеві повинен забезпечуватися оптимальний режим навчання з обраної предметної області. Всі підсистеми в складі НІС тісно взаємодіють між собою, тобто НІС з повною впевненістю можна вважати колективом інтелектуальних систем, що підтримують різні аспекти процесу навчання [1,5].

Один з варіантів архітектур НІС описано в роботі [6]. Кожна з підсистем у складі НІС будується за тими самими принципами, що й будь-яка окрема експертна система, тобто має свою базу знань (БЗ) і механізми її перероблення. При цьому БЗ кожної з підсистем входить до складу загальної БЗ НІС і зберігається в одній і тій самій пам'яті, що значно полегшує процес взаємодії підсистем [6]. При цьому БЗ НІС здобуває складну структуру й великий обсяг, а механізми її оброблення мають різну типологію, тобто є змішаними. Для розроблення системи з такою складною структурою необхідні потужні базові інструментальні засоби, розроблення яких є одним із завдань даної роботи.

Постановка завдання синтезу автоматизованих навчально-інформаційних систем для організації безперервної освіти. Важливим завданням проектування НІС є завдання оптимального синтезу, спрямованого на вибір такого варіанта побудови НІС, який найкраще пристосований для виконання заданих функцій. Як правило, функції системи визначаються виходячи з переліку завдань, покладених на НІС. Реалізація основних функцій НІС здійснюється з урахуванням певних обмежень, поданих у вигляді припустимого часу й вартості навчання, а також обмежень на час підготовки, повноту та якість відтворення навчально-інформаційних моделей (НІМ) на робочих місцях тих, хто навчається [7-9]. Відповідно, вибір раціонального варіанта побудови НІС повинен здійснюватися на основі узагальненого критерію ефективності, що характеризує фінансово-часові витрати, які потрібні для досягнення необхідного рівня підготовки фахівців (персоналу) по виконанню поставлених завдань. При цьому, як параметри (характеристики) НІС, використовуються узагальнені параметри, що характеризують повноту та якість імітуючих НІМ, об'єктивного контролю й інші. Виходячи з цих відомостей, необхідно визначити структуру раціонального варіанта побудови НІС (склад робочих місць і зв'язку між ними) та стратегію керування процесом навчання, які повинні задовольняти заданим обмеженням на характеристики (узагальнені параметри) і бути оптимальними за заданим критерієм ефективності.

У роботі [7] авторами були розглянуті основні заходи та результати дослідження і розвитку. Проведено аналіз навчально-інформаційних систем нового покоління для безперервної підготовки військових фахівців. Розглянута класифікація навчально-інформаційної системи нового покоління, а саме системи: консультаційна, діагностична, керуюча, супроводжуюча. Проаналізовані стимулятори процесу пізнання: інтелектуальне середовище, гіперсередовище, мікросвіти, спеціальні окуляри тощо.

Якість НІС значною мірою залежить від розробки математичного, програмного, технічного й дидактичного забезпечення НІС [8,11]. Для розв'язання даних завдань повинні бути визначені:

- 1). мета функціонування НІС у процесі підготовки фахівців і завдання, що розв'язуються за допомогою цієї системи;
- 2). умови функціонування НІС у процесі підготовки персоналу;
- 3). топологія об'єкта дослідження, взаємозв'язок між завданнями, що розв'язуються НІС;

- 4). безліч навчальних завдань і НІМ, зіставлення позначених рівнів з їхніми структурами, що реалізують НІС;
- 5). формальний опис процесів навчання персоналу;
- 6). моделі функціонування НІС;
- 7). критерії ухвалення рішення про можливість використання отриманих результатів для вибору варіанта системи;
- 8). узагальнені параметри (характеристики) НІС і обмеження, що накладаються на процес організації функціонування НІС;
- 9). стратегії (моделі) навчання фахівців в умовах невизначеності вихідних даних і періодичності розв'язання завдань, необхідні узагальнені параметри системи для контролю поведінки учнів з урахуванням динаміки функціонування НІС, стану, вірогідності й оперативності прийнятих рішень.

Дослідження повинні базуватися на вивченні інформаційно-функціональної структури системи підготовки фахівців, їхні результати повинні забезпечити таку декомпозицію цієї структури, яка дозволить сформулювати вимоги до раціонального (із системної точки зору) організації структури й функціонування НІС у процесі підготовки фахівців.

Найважливішими етапами системного синтезу є завдання структурного й параметричного синтезу НІС на заданій множині навчальних завдань системи підготовки фахівців.

У підсумку синтезу НІС повинні бути отримані наступні результати:

- 1) можливі варіанти структури НІС і діапазони зміни її параметрів, де забезпечується виконання всіх критеріальних, функціональних і вартісних обмежень;
- 2) значення керованих параметрів НІС, для яких за обраними показниками досягаються їхні екстремальні значення;
- 3) ранжировані моделі за ступенем їхнього впливу на обрані показники;
- 4) припустимі варіанти, які видаються особі, що приймає рішення.

Практичний напрямок дослідження – забезпечення необхідного рівня підготовки фахівців за рахунок оптимального проектування й використання НІС. Реалізація цього напрямку вимагає обґрунтування системи показників ефективності НІС.

Основні результати досліджень. У загальному випадку мірою ефективності дій курсантів, студентів є ймовірність своєчасного й безпомилкового розв'язання поставлених завдань (P), що включають виконання n типів операцій

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i, \quad (1)$$

де p_i – ймовірність своєчасного й безпомилкового виконання i -го типу операцій;

n – кількість типів виконуваних операцій.

Рівень підготовки персоналу за N етапів тренування може оцінюватися за наступною формулою:

$$P = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N P_j, \quad (2)$$

де P_j – досягнутий рівень навченості персоналу в процесі проведення j -го етапу тренування (або за виконання завдань j -го типу).

Основною метою функціонування НІС є підготовка фахівців до необхідного («відмінного») рівня навченості (P_j) при мінімальних витратах часу й засобів (коштів) (C). При цьому узагальнений показник C повинен складатися з показників, що враховують витрати на розробку (C_1), серійне виготовлення (C_2) і впровадження (C_3) кожного x -го ($x \in X$) варіанта НІС, тимчасові (C_4), а також експлуатаційні витрати (C_5), необхідні для підготовки персоналу

до необхідного рівня (P_n). Крім того, узагальнений показник повинен враховувати трудовитрати для створення й ведення баз даних і баз знань про навчально-інформаційні моделі предметної діяльності фахівців (C_6), організації об'єктивного контролю й керування процесом тренування (C_7). У загальному випадку в узагальнений показник C можуть включатися витрати (C_8), необхідні для підвищення стійкості функціонування засобів обчислювальної техніки, програмного забезпечення, адаптерів сполучення й системи передачі даних кожного x -го варіанта НІС (розподіленої мережі НІС). При цьому значення K -го ($K= 1, \dots, S$) показника витрат не повинне перевищувати максимально припустимого значення C_k . Виходячи з того, що часткові показники витрат задаються в різних одиницях виміру й носять суперечливий характер для розв'язання завдання вибору раціонального варіанта побудови НІС, скористаємося концепцією нелінійної схеми компромісів.

Математична модель завдання виглядає наступним чином:

$$\begin{cases} P \geq P_H; \\ C(x) \rightarrow \min; \\ Y_x \in Y_{\text{доп}}, \end{cases} \quad (3)$$

де P – рівень навченості персоналу з виконання поставлених завдань;

P_H – необхідний рівень підготовки;

$C(x)$ – узагальнений показник витрат, необхідних для створення x -го варіанта НІС;

Y_x – узагальнені параметри (характеристики) x варіанта НІС;

$Y_{\text{доп}}$ – допустимі значення узагальнених параметрів НІС.

Зробимо скалярну згортку за нелінійною схемою компромісів і проаналізуємо його можливе застосування для розв'язання поставленого завдання. Нехай задано безліч можливих розв'язків $X \subset E^v$, що складається з векторів $x = \{x_i\}_{i=1}^v$ V -мірного евклідового простору, компоненти яких можуть набувати тільки дискретні значення: $x_i = x_i^{(j)}$, $j \in [1, J_i]$, $J_i \geq 2$, $i \in [1, v]$. Розв'язання приймається за умов, які описуються вектором ϕ , заданим на безлічі можливих факторів Φ . Ситуація, що складається в результаті прийняття багатокритеріального розв'язку X у заданих умовах Φ , характеризується декартовим добутком $S=X*\Phi$. Якість розв'язання оцінюється за сукупністю суперечливих часткових критеріїв, що утворять s -мірний вектор $C(x) = \{c_k(x)\}_{k=1}^s$, визначений на безлічі X . Вектор часткових критеріїв обмежений допустимою областю $c_k(x) \in C_{\text{доп}k}$, в якій $y \in Y_{\text{доп}}$.

Ставиться завдання: визначити такий розв'язок $x^* \in X$, який при заданих умовах і обмеженнях мінімізує узагальнений показник витрат $C(x)$. Визначення багатокритеріального розв'язку за своєю природою компромісне. Вибравши схему компромісів, можна перейти від загального векторного вираження до скалярної згортки часткових критеріїв, що є основою для побудови конструктивного апарата розв'язання багатокритеріальних завдань. Якщо використовується спосіб скалярної згортки, то математично модель розв'язання завдання векторної оптимізації подається у вигляді:

$$x^* = \arg \min_{x \in X} C(x), \quad (4)$$

де $C(x)$ – скалярна функція, що має зміст скалярної згортки вектора часткових критеріїв, вид якої залежить від обраної схеми компромісів.

Основна складність переходу від векторного критерію якості до скалярної згортки полягає в тому, що згортка повинна являти собою конгломерат часткових критеріїв, важливість кожного з яких у загальній оцінці змінюється залежно від випадку. У різних

ситуаціях ранг «найбільш важливого» можуть здобувати різні часткові критерії. Іншими словами, скалярна згортка часткових критеріїв повинна бути вираженням схеми компромісів, що адаптується до випадку. Поняття випадку, що виражається двійкою $S = \langle \phi, x \rangle$ з декартовим добутком $\Phi \times X$, фундаментальне для теорії векторної оптимізації, тому що воно, будучи об'єктивним, є єдиною підставою для спроб формалізації вибору схеми компромісів.

На підставі аналізу завдання вибору схеми компромісів замінюється еквівалентним завданням синтезу деякої єдиної скалярної згортки часткових критеріїв, що в різних випадках виражало б різні принципи оптимальності. Синтезована функція $C(x)$ [10,12]:

- 1) повинна бути гладкою й монотонною;
- 2) у критичних випадках повинна виражати принцип мінімакса;
- 3) у типових умовах повинна дотримуватися принципу інтегральної оптимальності;
- 4) у проміжних випадках повинна приводити до парето-оптимальних розв'язків, що дають різні міри часткового задоволення критеріїв.

Іншими словами, така універсальна згортка повинна бути вираженням схеми компромісів, що адаптується до ситуації. Можна сказати, що адаптація та здатність до адаптації – головна змістовна суть дослідження багатокритеріальних систем, для чого необхідно, щоб у вираження для скалярної згортки в явному вигляді входили характеристики критичності ситуації. Такою функцією вважається уніфікована скалярна згортка за нелінійною схемою компромісів

$$C(x) = \sum_{k=1}^s c_{k_{\text{дон}}} [c_{k_{\text{дон}}} - c_k(x)]^{-1}, \quad (5)$$

яка виражає принцип «подалі від обмежень». При цьому нелінійна схема компромісів задовольняє умову парето-оптимальності.

Перевага концепції нелінійної схеми компромісів полягає в можливості прийняття багатокритеріального розв'язку формально, без особистої участі людини. Апарат нелінійної схеми компромісів, розроблений як формалізований інструмент для дослідження складних ергатичних систем із суперечливими критеріями, дає змогу пов'язувати багатокритеріальні завдання широкого класу.

У загальному випадку значення параметрів НІС обчислюються за наступними формулами. Параметр, що характеризує ступінь подоби алгоритму діяльності, який відпрацьовується на НІС, реальному

$$Y_o = \sum_{j=1}^m b_j \sum_{i=1}^{m_j} R_{ij} K_{ij}, \quad (6)$$

де b_j – коефіцієнт значимості j -го фахівця при виконанні завдання;

R_{ij} – коефіцієнт значимості i -ї операції в алгоритмі діяльності j -го фахівця, причому

$$\sum_{j=1}^m b_j = \sum_{i=1}^{m_j} R_{ij} K_{ij} = 1, \quad (7)$$

де K_{ij} – коефіцієнт, що характеризує ступінь відповідності дій j -го фахівця при виконанні i -ї операції реальним;

m – кількість фахівців, які навчаються з використанням НІС;

m_j – кількість операцій в алгоритмі діяльності j -го фахівця.

Параметр повноти і якості відтворених навчально-інформаційних моделей обчислюється за формулою

$$y_1 = \sum_{i=1}^n \alpha_i k_i \frac{m_i}{m_i^0}, \quad (8)$$

де α_i – коефіцієнт, що характеризує значимість відтвореного i -го типу навчально-інформаційної моделі (у більшості випадків це очікувана частота появи i -ї навчально-інформаційної моделі),

k_i – коефіцієнт, що характеризує ступінь відповідності відтвореної навчально-інформаційної моделі i -го типу реальній обстановці;

m_i – кількість реалізацій навчально-інформаційних моделей i -го типу досліджуваної НІС за етап підготовки персоналу (фахівця);

m_i^o – необхідне число реалізацій навчально-інформаційної моделі i -го типу, яка необхідна для підготовки персоналу (фахівця) до необхідного рівня;

n – кількість типів навчально-інформаційної моделі. Для розрахунку показника (8) складається перелік типів навчально-інформаційних моделей, що підлягають відтворенню. Цей перелік повинен ураховувати повний діапазон усіх можливих інформаційних моделей, прогнозованих під час діяльності персоналу й необхідних для його підготовки до потрібного рівня.

Параметр повноти та якості об'єктивного контролю дій фахівців і керування процесом навчання обчислюється за формулою

$$y_2 = \sum_{i=1}^r q_i l_i \frac{f_i}{f_i^o}, \quad (9)$$

де r – кількість типів функцій контролю й керування;

q_i – коефіцієнт, що характеризує ступінь відповідності дидактичних функцій i -го типу необхідним;

l_i – коефіцієнт, що характеризує вагу функції i -го типу (в основному це очікувана частота використання i -ї функції), $\sum_{i=1}^n l_i = 1$;

f_i – кількість реалізованих функцій i -го типу за певний час;

f_i^o – кількість реалізацій функцій i -го типу, яка потрібна для підготовки персоналу до необхідного рівня.

Параметр, що характеризує повноту циклу підготовки фахівців за допомогою НІС:

$$y_3 = 1 - \sum_{i=1}^n b_i \frac{\Delta t_{\text{а}}}{t_{\text{іаа}}}, \quad (10)$$

де $\Delta t_{\text{а}}$ – додатковий час підготовки в реальних умовах;

$t_{\text{іаа}}$ – загальний час підготовки персоналу для забезпечення необхідної якості діяльності;

b_i – коефіцієнт значимості i -го завдання в загальній системі підготовки $\left(\sum_{i=1}^n b_i = 1\right)$;

n – число навчальних завдань, що становлять повний цикл підготовки.

Таким чином, вибір раціонального варіанта побудови НІС повинен здійснюватися на основі використання системи показників, що враховують динаміку підготовки персоналу (фахівців), а також витрати, необхідні для досягнення необхідного (максимально можливого) рівня їхньої навченості з виконання поставлених завдань.

Концептуальні засади побудови НІС інтенсивної підготовки. Практика показує, що можливості традиційних методик навчання обмежені і не можуть забезпечити належної інтенсифікації підготовки майбутніх фахівців. Вихід полягає в рішучому повороті від екстенсивних до інтенсивних методик навчання з використанням перспективних НІС інтенсивної підготовки.

Головною перевагою таких систем підготовки фахівців є можливість за допомогою імітаційних НІМ, що включає розвиток та наслідки вирішення БЗ, оцінити ефективність

приймальних рішень фахівцями при різноманітних варіантах їх дій. Однак, як показують результати досліджень, відставання в цій області обумовлюється не тільки недостатньою кількістю обчислювальної техніки, але й насамперед відсутністю концептуальних засад побудови НІС інтенсивної підготовки.

В загальному вигляді постановка задачі побудови НІС формулюється наступним чином. Необхідно визначити найбільш раціональний варіант побудови НІС, застосування якого забезпечить підготовку фахівців до максимально можливого рівня навченості у встановлений термін. Вирішення цієї задачі можливо на основі використання сучасних інтенсивних технологій навчання. При цьому 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" [7]. При цьому найбільш суттєвим для процесу інтенсифікації навчання є активізація діяльності фахівців [1,8]. 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. Однак, після досягнення визначеного порогу з прискореного навчання, емоційна напруженість стає дезорганізуючим фактором у цьому процесі.

В основу запропонованого методичного підходу до інтенсифікації навчання покладене те, що "внутрішня переконаність" фахівців в обмеженості часу, що залишився на вивчення необхідного матеріалу чи виконання навчального завдання, викликає в них стан напруженості. Якщо ж напруженість не перевищує граничне значення (гранично припустиму напруженість) – вплив стає організуючим. У моделі функціонування НІС напруженість визначена як внутрішній стан j -го фахівця безпосередньо перед виконанням i -ої елементарної задачі.

Концепція напруженості реалізується в НІС шляхом зменшення циклу відображення навчальної інформації (змісту навчальної задачі) на моніторах ПЕОМ, поки напруженість не досягне заданого рівня, при якому ще дефіцит часу діє як організуючий фактор. Організуючий вплив емоційної напруженості (S -напруженості) визначається тим, що в процесі підготовки фахівці працюють зосередніше, точніше, й імовірність правильного і своєчасного виконання елементарних завдань навчання підвищується.

Функція напруженості являє собою відношення часу, необхідного на виконання навчального завдання до фактично наявного часу в розпорядженні фахівців в кожному циклі функціонування АНС

$$h_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^I \bar{t}_{iTp}}{T_j}, \quad (11)$$

де – середній час, необхідний фахівцям для виконання i -ої елементарної задачі;

I – кількість задач, що залишилися для виконання;

T – повний час, що є в розпорядженні j -ої особи, яку навчають, для виконання I задач навчання, що залишилися в кожному циклі функціонування СП.

Середні значення часу виконання елементарних навчальних завдань обчислюються на основі статистичних даних, отриманих у ході занять. Обчислення значення напруженості в процесі підготовки фахівців обмежені в НІС і знаходяться в межах від 1.0 до 4.0.

Якщо в ході підготовки фахівець вичерпав час то вважається, що величина напруженості цієї особи при виконанні операцій, що залишилися, дорівнює пороговому значенню. Значення порогу S -напруженості знаходиться в межах 1.8 - 2.9. Вибір конкретного значення порогу стресу залежить від індивідуальних особливостей тих, кого навчають. Як показує практика для

"середньостатистичної" особи 2.3, для "більш спокійного" 1.8 - 2.2, для "менш спокійного" 2.4 - 2.9. У зв'язку з цим в залежності від індивідуальних особливостей тих, кого навчають, на кожному занятті виникає необхідність у формуванні навчальних завдань з різною швидкістю. Таким чином, для реалізації технології інтенсивного навчання повинна забезпечуватися адаптивна зміна швидкості видачі навчальних завдань з ПЕОМ викладача на ПЕОМ тих, кого навчають. При цьому структура НІС умовно підрозділяється на комп'ютерні класи, до яких належать ПЕОМ викладача і ПЕОМ тих, кого навчають, і підсистему дистанційного навчання, що забезпечує реалізацію гнучкої віртуальної структури НІС для найбільш ефективного проведення усіх видів комп'ютерних занять.

Підготовка курсів (модулів) інтенсивного навчання здійснюється за єдиним оптимальним планом інтенсивного навчання, що припускає комбіноване рішення наступних двох основних задач [7,8]:

прискорена підготовка фахівців до необхідного рівня з виконання навчальних завдань при мінімальних витратах часу (перша фаза інтенсивного навчання).

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

Вирішення першої задачі здійснюється у випадку, коли фахівці за результатами тестування не досягли необхідного рівня підготовки. Для рішення даної задачі здійснюється віртуальне підключення ПЕОМ тих, кого навчають, до ПЕОМ викладача з метою організації проведення першої фази інтенсивного навчання. При цьому в прискореному режимі забезпечується формування такої кількості різнотипних навчальних завдань на засобах відображення ПЕОМ, при відпрацюванні яких скорочуються часові (фінансові) витрати, необхідні для підготовки фахівця до необхідного рівня.

Для тих, які успішно пройшли тестування, здійснюється вирішення завдання зі створення такої віртуальної структури НІС, при якій одночасно на засобах відображення ПЕОМ тих, кого навчають, формується необхідна кількість навчальних завдань, що забезпечує подальше максимальне підвищення рівня підготовки фахівців з навчальних тем. Розв'язання даних задач може здійснюватися, наприклад, на основі використання спеціальних методів оптимального планування й управління процесом підготовки фахівців [6], які будуть розглянуті у наступних розділах. У загальному вигляді систему інтенсивної підготовки можна представити (рис. 1) у виді двох основних частин: об'єкта управління (тих, кого навчають) і керуючого пристрою (ПЕОМ викладача).

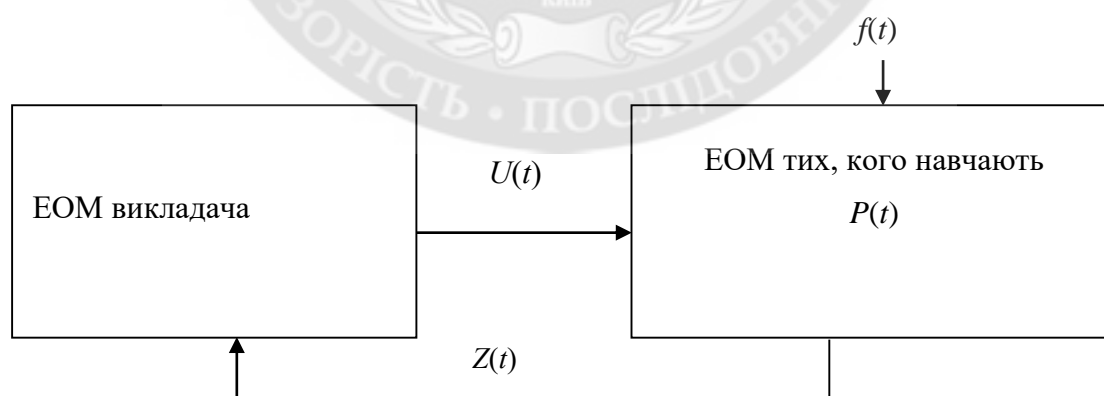


Рисунок 1 – Загальний вигляд системи інтенсивної підготовки

Математичний опис системи інтенсивного навчання може бути представлений в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} & \varphi_i[z_i(t), \dot{z}_i(t), \dots, z_i^{(n_K)}(t); u_1(t), \dot{u}_1(t), \dots, u_1^{(k_1)}(t); u_2(t), \dot{u}_2(t), \dots, u_2^{(k_2)}(t); \\ & u_m(t), \dot{u}_m(t), \dots, u_m^{(k_k)}(t); f_1(t), \dot{f}_1(t), \dots, f_1^{(k_1)}(t); f_2(t), \dot{f}_2(t), \dots, f_2^{(k_2)}(t); \\ & f_m(t), \dot{f}_m(t), \dots, f_m^{(k_k)}(t)], i=1, 2, \dots, K, \end{aligned} \quad (12)$$

де K – кількість фахівців, що навчаються;

$z_i(t), \dot{z}_i(t), \dots, z_i^{(n_K)}(t)$ – вихідні параметри (відповіді) тих, кого навчають;

$u_m(t), \dot{u}_m(t), \dots, u_m^{(k_k)}(t)$ – управляючі впливи інтенсивної підготовки у вигляді адаптивної зміни швидкості відтворення навчальних завдань;

$f_m(t), \dot{f}_m(t), \dots, f_m^{(k_k)}(t)$ – зовнішні впливи.

При $K=1$ об'єкт є одномірним. Якщо $K=1$, то K диференціальних рівнянь (8) при відсутності зовнішнього впливу та з урахуванням перемінних стану тих, кого навчають, можна представити в нормальній формі Коші:

$$p_i(t) = \Psi(p_1(t), p_2(t), \dots, p_n(t); u_1(t), u_2(t), \dots, u_k(t)), i=1, 2, \dots, n. \quad (13)$$

Вихідні результати (відповіді) тих, кого навчають, виражаються співвідношеннями виду:

$$z_i(t) = \Theta(p_1(t), p_2(t), \dots, p_n(t); u_1(t), u_2(t), \dots, u_k(t)), i=1, 2, K. \quad (14)$$

У загальному випадку можна представити рівняння стану тих, кого навчають, у такому вигляді:

$$P(t) = \psi[P(t), U(t), t]; Z(t) = \theta[P(t), U(t), t]. \quad (15)$$

Допускаємо, що у деякий момент часу $t_0 = 0$, який приймається як початок відліку часу, перемінні стану y_1, y_2, \dots, y_n мають значення $y_1(t_0), y_2(t_0), \dots, y_n(t_0)$ чи, іншими словами вектор стану дорівнює $P(t_0)$. Припустимо, що момент t_0 відповідає початку управління процесом інтенсивного навчання, тобто починаючи з цього моменту на об'єкт навчання подається управління $U(t)$. Сукупність обмежень формує область можливих значень впливів, які управляють. Позначимо цю область символом $\Omega(U)$. Курси інтенсивної підготовки, що реально подаються на вхід об'єкта управління, мають належати області припустимих управлінь:

$$U(t) \in \Omega(U). \quad (16)$$

Вцілому формування курсів інтенсивної підготовки полягає в плануванні необхідного набору навчальних завдань з метою інтенсифікації процесу відпрацьовування різномісних елементарних задач навчання на кожному i -ому ($i=1, \dots, N$) етапі інтенсивної підготовки.

Модель функціонування НІС припускає реалізацію наступних двох фаз інтенсифікації процесу навчання:

1 фаза: прискорена підготовка фахівців до необхідного рівня навчання $P_n(t)$ при мінімальних часових та вартісних витратах C і h_{ij} . У цьому випадку потрібно знайти таке управління $U(t)$, при якому ті, які навчаються, перейдуть зі стану $P(t_0=0)$ у необхідний стан $P_n(t)$ при мінімальних C і $h_{ij} \rightarrow V_{j0}$, тобто

$$\left[\min_{U(t) \in \Omega(U)} \right] C. \quad (17)$$

2 фаза: після досягнення необхідного рівня підготовки забезпечується підтримка отриманих навичок (знань, умінь) та їх подальше вдосконалювання при $h_{ij} \rightarrow V_{j0}$ і $C=C_{\text{дон}}$. У цьому випадку задається початковий стан фахівців $P(t_0)$, область припустимих управлінь $\Omega(U)$ і критерій оптимальності:

$$\left[\max_{U(t) \in \Omega(U)} \right] P(t). \quad (18)$$

Основною метою функціонування НІС є підготовка фахівців до необхідного (максимально можливого – “відмінного”) рівня (P_n) при мінімальних витратах часу і засобів (C).

При цьому узагальнений показник C повинен враховувати витрати на розробку (C_1), серійне виготовлення (C_2) і впровадження (C_3) кожного r -го ($r=1, \dots, R$) варіанта СП, часові (C_4), а також експлуатаційні витрати (C_5), 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_6), організацію об'єктивного контролю і управління процесом навчання (C_7). Також в узагальнений показник C можуть включатися витрати (C_8), необхідні для підвищення стійкості функціонування засобів обчислювальної техніки, програмного забезпечення і мережного обладнання кожного r -го варіанту НІС. При цьому значення k -го ($k = 1, \dots, s$) показника витрат не повинне перевищувати максимально припустимого значення.

Виходячи з того, що показники витрат задаються в різних одиницях виміру і носять різний фізичний зміст, для рішення задачі вибору раціонального варіанту побудови та організації функціонування НІС на першій фазі навчання скористаємося концепцією нелінійної схеми компромісів [9].

При цьому для вибору r -го (раціонального) варіанту побудови НІС, що забезпечить прискорену підготовку фахівців, доцільно використовувати наступний узагальнений показник (C_r):

$$C_r = \sum_{k=1}^s \left(\frac{F_k C_{k_{\text{дон}}}}{C_{k_{\text{дон}}} - C_{kr}} \right) \rightarrow \min, \quad (19)$$

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

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

P_n – необхідний рівень підготовки фахівців;

F_k - коефіцієнт важливості k -го показника.

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

$$P_r \rightarrow \max, \quad (20)$$

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

Таким чином, створення НІС інтенсивної підготовки та організація їх функціонування у вигляді двохфазової моделі інтенсивного навчання забезпечує професійну підготовку фахівців до необхідного (максимально можливого) рівня навченості при визначених фінансових і часових витратах.

Висновки

1. В роботі проаналізовані основні принципи синтезу сучасних навчально-інформаційних систем для організації безперервної освіти у військовій сфері.

2. Розглянуті основні чинники, які впливають на якість навчально-інформаційних систем, а саме: мета функціонування; умови функціонування; топологія об'єкта дослідження, взаємозв'язок між завданнями, що розв'язуються; формальний опис процесів навчання персоналу; моделі функціонування; критерії ухвалення рішення про можливість використання отриманих результатів для вибору варіанта системи. Узагальнені параметри (характеристики) НІС і обмеження; стратегії (моделі) навчання фахівців в умовах невизначеності вихідних даних і періодичності розв'язання завдань.

3. На підставі аналізу завдання вибору схеми компромісів замінюється еквівалентним завданням синтезу деякої єдиної скалярної згортки часткових критеріїв, що в різних випадках виражає різні принципи оптимальності. Синтезована функція $C(x)$ яка: повинна бути гладкою й монотонною; у критичних випадках повинна виражати принцип мінімакса; у типових умовах повинна дотримуватися принципу інтегральної оптимальності; у проміжних випадках повинна приводити до парето-оптимальних розв'язків, що дають різні міри часткового задоволення критеріїв.

4. Концептуальні засади побудови НІС інтенсивної підготовки. Показує, що можливості традиційних методик навчання обмежені і не можуть забезпечити належної інтенсифікації підготовки майбутніх військових фахівців. Вихід полягає у принциповому повороті від екстенсивних до інтенсивних методик навчання з використанням перспективних НІС інтенсивної підготовки.

5. Головною перевагою таких систем підготовки фахівців є можливість за допомогою імітаційних НІМ, що включає розвиток та наслідки вирішення НЗ, оцінити ефективність приймальних рішень фахівцями при різноманітних варіантах їх дій.

6. Констановано, що створення НІС інтенсивної підготовки та організація їх функціонування у вигляді двохфазової моделі інтенсивного навчання забезпечує професійну підготовку фахівців до необхідного (максимально можливого) рівня навченості при визначених фінансових і часових витратах.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Герасимов Б.М. Тарасов В.А., Токарев И.В. Человека-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. – К.: Наукова думка, 1993. – 184 с.

2. V. Lysenko, Y. Gunchenko, S. Shvorov, S. Lenkov, S. Kuznichenko, E. Lenkov. Methodological Bases of Construction of Intensive Training Flight Simulators of Aircrews // Proceedings 5th International Conference "Methods and Systems of Navigation and Motion Control". ISBN: 978-153865870-3 – Kyiv, 2018. – P. 198 – 203. (IEEE Catalog Number: CFP1852Y-PRT).

3. Ленков С.В., Гунченко Ю.О., Гришин С.П., Плосконос І.М. Автоматизація вирішення розрахункових задач у складних системах управління // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – Хмельницький, 2012. – № 3.Т1. – С.31 – 35.

4. Толлок І.В. Розвиток психолого-педагогічної компетентності майбутніх магістрів військового управління в системі післядипломної освіти: дис.канд.пед.наук: 13.00.04 / Толлок І.В. Київ, 2013. 231 с.

5. Shvorov, S.A., Pasichnyk, N.A., Kuznichenko, S.D., Tolok I., Lienkov, S.V., Komarova, L.A. Using UAV during Planned Harvesting by Unmanned Combines // IEEE 5th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments, APUAVD 2019 ISBN: 978-172812592-3. – Proceedings 8943842, P. 252-257.

6. Голенков В.В., Гулякина Н.А. Елисеева О.Е. Инструментальные средства проектирования интеллектуальных обучающих систем: Методическое пособие по курсу «Интеллектуальные обучающие и тренажерные системы» для студентов специальности «искусственный интеллект». Мн.: БГУИР, 1999. – 102 с.

7. Гунченко Ю.О. Концептуальні засади побудови систем інтенсивної підготовки фахівців спецпідрозділів // Журнал «Сучасна спеціальна техніка». – К., 2012. – №1(28). – С. 97 – 103.
8. Гунченко Ю.О., Ленков С.В. Модель функціонування адаптивної тренажерної системи для підготовки фахівців спецпідрозділів // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – Одеса, 2011. – №3. – С. 260 – 265.
9. Гунченко Ю.О., Ленков С.В., Шворов С.А., Гончарук А.А. Планування процесу тренувань фахівців спецпідрозділів з урахуванням їх функціонального стану та обмежень на часові (вартісні) витрати // Журнал «Інформаційна безпека». - Луганськ, 2012. - №2(8). – С. 37 – 42.
10. Толлок І.В., Браун В.О., Мірошніченко О.В., Пампуха І.В., Солодєєва Л.В. Аналіз навчально-інформаційних систем нового покоління для безперервної підготовки військових фахівців // Збірник наукових праць Військового інституту Київського університету імені Тараса Шевченка. – Київ, - 2021. - №71. – С. – .
11. Патент на користу модель № 67752, Україна, МПК G06F 12/08. Пристрій підвищення завадостійкості систем з програмним управлінням [текст] / Гунченко Ю.О., Мартинюк С.М., Ленков С.В., Омельченко О.С., Купрацевич А.В.; власник Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова. - № u201107423, заявл. 14.06.2011, опубл. 12.03.12. Бюл. №5.
12. Яйлаханов С.В. Организация учебной деятельности студентов (курсантов) в информационной образовательной среде: дис.канд.пед.наук: 13.00.08 / Яйлаханов С.В. – Ставрополь, 2006. – 158 с.

REFERENCES:

1. Gerasimov B.M. Tarasov V.A. and Tokarev I.V. (1993). Cheloveka-mashinnye sistemy prinyatiya reshenij s elementami iskusstvennogo intellekta, Kiyiv, Naukova dumka, 184 p.
2. V. Lysenko, Y. Gunchenko, S. Shvorov, S. Lenkov, S. Kuznichenko, E. Lenkov. Methodological Bases of Construction of Intensive Training Flight Simulators of Aircrews // Proceedings 5th International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control”. ISBN: 978-153865870-3 – Kyiv, 2018. – P. 198 – 203. (IEEE Catalog Number: CFP1852Y-PRT).
3. Lyenkov S.V., Gunchenko Yu.O., Grishin S.P. and Ploskonos I.M. (2012). Avtomatizaciya virishennya rozrahunkovih zadach u skladnih sistemah upravlinnya, Visnik Hmelnickogo nacionalnogo universitetu. Ekonomichni nauki, Hmelnickij, no. 3, Vol. 1, pp. S.31 – 35.
4. Tolok I.V. (2013). Rozvitok psihologo-pedagogichnoyi kompetentnosti majbutnih magistriv vijskovogo upravlinnya v sistemi pislyadiplomnoyi osviti: dis.kand.ped.nauk: 13.00.04, Kiyiv, 231 p.
5. Shvorov, S.A., Pasichnyk, N.A., Kuznichenko, S.D., Tolok I., Lienkov, S.V., Komarova, L.A. Using UAV during Planned Harvesting by Unmanned Combines // IEEE 5th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments, APUAVD 2019 ISBN: 978-172812592-3. – Proceedings 8943842, P. 252-257.
6. Golenkov V.V., Gulyakina N.A. and Eliseeva O.E. (1999). Instrumentalnye sredstva proektirovaniya intelektualnyh obuchayushih sistem: Metodicheskoe posobie po kursu «Intellektualnye obuchayushie i trenazhernye sistemy» dlya studentov specialnosti «iskusstvennyj intellekt». Mn.:BGUIR, 102 p.
7. Gunchenko Yu.O. (2012). Konceptualni zasadi pobudovi sistem intensivnoyi pidgotovki fahivciv specpidrozdiliv. Suchasna specialna tehnika, Kiyiv, no. 1(28), pp. 97-103.
8. Gunchenko Yu.O., Lyenkov S.V. (2011). Model funkcionuvannya adaptivnoyi trenazhernoyi sistemi dlya pidgotovki fahivciv specpidrozdiliv, Informatika ta matematichni metodi v modelyuvannya, Odessa, no. 3, pp. 260 – 265.
9. Gunchenko Yu.O., Lyenkov S.V., Shvorov S.A. and Goncharuk A.A. (2012). Planuvannya procesa trenuvan fahivciv specpidrozdiliv z urahuvannyam yih funkcionalnogo stanu ta obmezhen na chasovi (vartisni) vitrati, Informacijna bezpeka, Lugansk, no. 2(8), pp. 37-42.
10. Tolok I.V., Braun V.O., Miroshnichenko O.V., Pampuha I.V. and Solodyeyeva L.V. (2021). Analiz navchalno-informacijnih sistem novogo pokolinnya dlya bezperervnoyi pidgotovki vijskovih fahivciv, Zbirnik naukovih prac Vijskovogo institutu Kiyivskogo universitetu imeni Tarasa Shevchenka, Kiyiv, no. 71, pp. 68-77.
11. Patent na koristu model № 67752, Ukrayina, MPK G06F 12/08. Pristrij pidvishennya zavadostijkosti sistem z programnim upravlinnyam [tekst] / Gunchenko Yu.O., Martinyuk S.M., Lyenkov S.V., Omelchenko O.S., Kupracevich A.V.; vlasnik Odeskij nacionalnij universitet im. I.I. Mechnikova. - № u201107423, заявл. 14.06.2011, опубл. 12.03.12. Бул. No. 5.

12. Yajlahanov S.V. (2006). Organizaciya uchebnoj deyatel'nosti studentov (kursantov) v informacionnoj obrazovatel'noj srede: dis.kand.ped.nauk: 13.00.08, Stavropol, 158 p.

D.Sci. Tech., prof. Gunchenko Yu.O., D.Sci. Tech., prof. Lienkov S.V.,
PhD Tolok I.V., PhD Stepanenko Ye.O.

BASIC PRINCIPLES OF SYNTHESIS OF EDUCATIONAL INFORMATION SYSTEMS FOR THE ORGANIZATION OF CONTINUING EDUCATION

The decisive criterion for the effectiveness of any design is the construction of its architecture, which depends on the means and methods of implementing this system. Improving the system of continuing education in the military education system today is a huge number of programs that to some extent increase the effectiveness of training through adaptive dialogue with the user (as a student, cadet, associate professor, student and teacher).

This article analyzes the basic principles of synthesis of educational and information systems for the organization of continuing education. The main factors that affect the quality of educational information systems (NIS) are considered, namely: the purpose of operation; operating conditions; topology of the object of research, the relationship between the tasks to be solved; formal description of staff training processes; functioning models; criteria for deciding on the possibility of using the results to select a system option; generalized parameters (characteristics) of NIS and restrictions; strategies (models) of training specialists in the conditions of uncertainty of initial data and periodicity of solving tasks. Synthesized function which should be smooth and monotonous; in critical cases must express the principle of minimax; in typical conditions must adhere to the principle of integral optimality; in intermediate cases should lead to pareto-optimal solutions that give different measures of partial satisfaction of the criteria. It is shown that the possibilities of traditional training methods are limited and cannot provide proper intensification of training of future military specialists. The way out is a fundamental turn from extensive to intensive teaching methods using promising NIS intensive training. The main advantage of such training systems is the ability to use simulation BAT, which includes the development and consequences of solving knowledge bases, to assess the effectiveness of decision-making by specialists in a variety of options.

It is stated that the creation of NIS intensive training and the organization of their functioning in the form of a two-phase model of intensive training provides professional training to the required (maximum possible) level of training at a certain financial and time costs.

Key words: educational and information systems, architecture construction, synthesis tasks, choice of compromise schemes.