

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ В АДАПТИВНІЙ КОМП'ЮТЕРНІЙ СИСТЕМІ НАВЧАННЯ

У роботі запропоновані модель і метод оцінювання знань з використанням комп'ютерної навчальної системи і адаптивного індивідуального підходу до особистих якостей тих, хто навчається, що дозволяє оптимізувати процес навчання за критерієм досягнення найкращого результату в єдиному інформаційному середовищі. Запропоновані методи побудови системи навчання і оцінювання знань можуть бути використані для побудови комп'ютерних навчальних систем різних напрямків.

A model and method of evaluation of knowledges is in-process offered with the use of the computer educational system and adaptive individual going near the personal qualities those, who study, that allows to optimize the process of studies after the criterion of achievement of the best result, in the unique informative environment. The methods of construction of the system of studies and evaluation of knowledges are offered can be use for the construction of the computer educational systems of different directions.

Ключові слова: навчання, адаптивний, модель.

Вступ

Високі темпи розвитку науки і техніки, поява нових областей професійної діяльності, підвищення у зв'язку з цим ролі людини-оператора в керуванні складними динамічними об'єктами гостро ставить проблему вдосконалення процесів навчання і підготовки фахівців. В результаті аналізу проблем, що стоять при проведенні учбового процесу встановлено, що сучасний навчальний процес зв'язаний з вирішенням безлічі завдань, проте їх вирішення традиційними методами просто неможливе через особливості особи тих, хто навчається, специфіки учбового процесу та інших непередбачуваних чинників. В той же час існуючі численні автоматизовані технології навчання, що розробляються, не вирішують повністю завдань, що виникають в ході навчального процесу, оскільки в основному мають приватний характер, призначені для автоматизації окремих функцій навчання і часто не використовують досвід кваліфікованих фахівців, що різко знижує ефективність навчання.

Тому вирішення множини проблем навчального процесу в сучасний час може бути досягнуте тільки з використанням досконалих нових технологій навчання, що використовують усі існуючі можливості сучасних засобів обчислювальної техніки по накопиченню, обробці і представленню інформації, і є актуальною задачею повсякдення [1, 2].

Ціль дослідження

Одним з ефективних напрямів підвищення якості навчання фахівців є побудова і використання автоматизованих навчальних систем (АНС) на базі високопродуктивних ЕОМ і пакетів інтелектуальних програм.

Ціллю роботи є розробка адаптивної системи навчання, що, окрім стандартних функцій навчання, дозволить організувати такі форми навчання, як аналіз проблемних ситуацій, ухвалення оперативних рішень в екстремальних умовах, умовах невизначеності та важкої формалізованості даних, оцінювання знань у різних умовах навчання та інші.

Задача дослідження

Задачею дослідження є розробка адаптивної моделі навчання і багатфункціонального методу оцінювання знань тих, хто навчається, на основі адаптивних індивідуальних алгоритмів, які дозволяють кількісно визначити рівень знань, отриманих в процесі адаптивного навчання, з урахуванням кількості вирішених завдань, часу їх вирішення, а також помилок та інших факторів, що виникають в процесі вирішення завдань.

Структурна схема автоматизованої системи навчання

З метою переходу до автоматизованого навчання заздалегідь розроблена модель професійної діяльності фахівців, яка в свою чергу представляється як достатньо складна система знань-вмінь-навичок (ЗВН), що забезпечує всі базові процеси життєдіяльності досліджуваного об'єкту. Система ЗВН включає всі види інформації для професійної діяльності, методології і засоби навчання, вимоги, що пред'являються, і комплекс завдань в заданій області.

Оцінювання знань – це процедура проведення підсумків якості проведеного навчання. Метод, який пропонується, розроблено у середовищі розробленої автоматизованої навчальної системи (АНС) з використанням адаптивного пакета навчальних програм [3]. На рис. 1 представлена узагальнена структурна схема автоматизованого процесу навчання.

Головний блок системи – блок аналізу рішень і оцінки дій оператора (H_1, \dots, H_n), який навчається. Він функціонує сумісно зі схемою порівняння і моделлю діяльності оператора МДО, що здійснює реакцію на дії зовнішнього середовища, яке представлено вектором впливу X , що містить безліч дій x_i , які можуть спотворювати нормальне функціонування об'єкту навчання і тим самим викликати негативні наслідки у вигляді втрат деякого параметра $Q(x_i)$. Для компенсації втрат від факторів впливу оператор приймає у відповідь певні дії z_i , що знижують втрати на величину $Q(z_i)$. Умовою достатнього рівня навчання оператора

є умова $d \leq d^*$, де d – втрати від неввірно ухваленого рішення, які не повинні перевищувати деяке допустиме значення d^* , яке формується МДО. Зниження втрат досягається при використанні еталонних дій МДО. При виконанні даної умови здійснюється оцінювання знань, при невиконанні – той, хто навчається, корегує свої дії.

Функціонування МДО засноване на використанні моделі діяльності «досвідченого фахівця» і визначенні еталонного кваліфікаційного рівня, що є кількісною характеристикою професійної підготовки фахівця. Кваліфікаційна модель використовується як еталон, з яким повинні порівнюватися поточні показники (знання-вміння-навички) того, хто навчається.

Основою МДО є база даних, яка включає всю необхідну для оцінки дій оператора інформацію: дані про конкретну предметну область, інструкції, стандарти, технічну і експлуатаційну документацію та інше. У розробленій системі використані основні принципи і етапи використання інформаційного, програмного, психолого-педагогічного і технічного забезпечення навчальних систем [4].

Концептуальним в роботі є поняття моделі діяльності оператора МДО. Розглядається два види МДО: модель досвідченого фахівця (МДФ) і математична модель фахівця (ММФ). МДФ будується з безпосередньою участю висококваліфікованих фахівців з даного профілю із залученням викладачів, психологів, експерт-консультантів, програмістів та ін. ММФ будується за допомогою відповідних математичних методів, що відображають реальні процеси появи проблемних ситуацій, а також їх усунення, ухвалення оптимальних рішень і різних спеціалізованих баз даних.

На початковому етапі будується (МДФ) і визначається еталонний кваліфікаційний рівень, що є кількісною характеристикою професійної підготовки фахівця, з якою повинні порівнюватися поточні показники роботи (знання-вміння-навички) того, хто навчається. Побудова еталонної моделі здійснюється за наслідками статистичної оцінки і спеціальної обробці «еталонних» (найбільш досвідчених) фахівців при вирішенні ними ситуаційних завдань, передбачених навчальними програмами. Механізм виділення еталонних рівнів містить три основні етапи:

- адаптація системи до потрібного рівня навчання;
- вирішення ситуаційних завдань;
- статистична обробка отриманих результатів.

Модель адаптивного навчання

Для побудови моделі автоматизованого навчання використовуємо модель [5], яка представляє собою зважений орієнтований граф $G(U, X)$ з множиною вершин $U = \{u_i; i=1, \dots, n\}$ і множиною ребер $X = \{x_{ij}; i=1, \dots, k, j=1, \dots, m\}$, а також матрицю суміжності, які зі спрощенням показані на рис. 2. Вершини графа мають наступні позначення: ПР – початковий рівень; 1Р, ..., NP – рівні, яким навчаються; ЕР – еталонний рівень; РТС – рівень тестування і сертифікації знань; КЗ – кількість завдань і питань; РО – рівень отриманих знань; РД – рівень допомоги; ОМ – об'єм матеріалу, який необхідно вивчити; СМ – складність матеріалу; РЗ – рівень здібності. Значення РО = ПВ/КЗ, де ПВ – кількість правильних відповідей. Досягнутий рівень навчання і повнота допомоги визначаються в інтервалі значень [0, 1]. Значення ОМ, СМ, РЗ можна також привести до інтервалу [0,1]. Ребра графа x_1, \dots, x_n характеризуються напрямком і числовими параметрами, які приймають значення (+1, -1). Зміст цих параметрів полягає у наступному: на матриці суміжності на перетині елементів КЗ та РО, знак +1 означає, що збільшення КЗ веде до збільшення РО. А значення -1 на дузі між РО і КЗ означає, що збільшення РО веде до зменшення КЗ. З даних міркувань будуються всі елементи матриці суміжності.

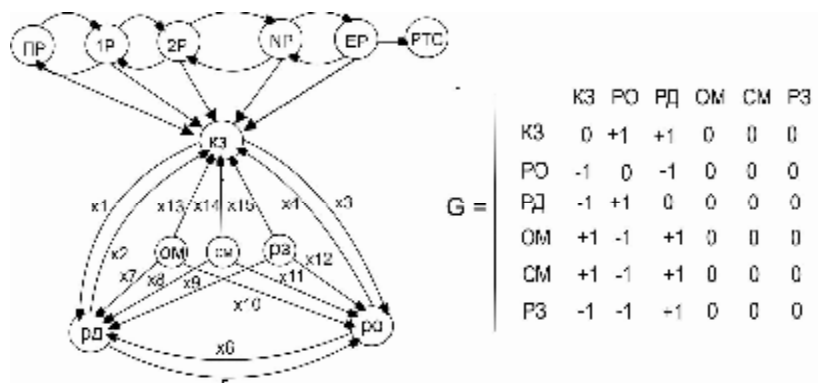


Рис. 2. Орієнтований граф і матриця суміжності

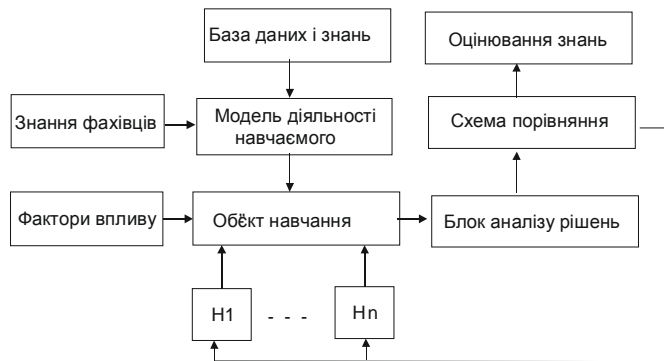


Рис. 1. Узагальнена структурна схема АНС

Дана модель дозволяє встановити на якісному рівні зв'язки між характеристиками досліджуваного процесу навчання. Більш глибока модель може бути побудована, якщо враховувати зміни в одних вершинах графа і відповідні реакції, що відбуваються в інших вершинах. Нехай досліджуваний процес відбувається в дискретні моменти часу $t=0,1,2,3\dots$. Припустимо, що кожна i -а вершина в ході процесу набуває значення $v_i(t)$, тоді значення $v_i(t+1)$ визначатиметься значенням $v_i(t)$ і значенням суміжних вершин, які можуть бути збільшені або зменшені, що можна записати таким чином:

$$n_i(t+1) = n_i(t) + \sum x(u_j, u_i) p_j(t),$$

де $x(u_j, u_i)$ – вага ребра з вершини u_j до вершини u_i ;
 $x(u_j, u_i) = 0$, якщо ребро (u_j, u_i) відсутнє;
 $p_j(t)$ – зміна у вершині u_j в момент часу t .
 Підсумовування ведеться по всім j -м вершинам.

Дана модель вимагає подальшого дослідження на стійкість, оскільки фактично приводить до коливального процесу, а також перевірку достовірності її в ході експериментів на конкретній навчальній системі і відповідне корегування. Подібні моделі доцільно використовувати для проектування сценарію учбового процесу, планування різних видів допомоги, визначення кількості завдань та їх складності.

Побудова адаптивного пакету програм

Одним з принципів підвищення ефективності навчання є адаптація [6] до особистих якостей тих людей, які навчаються, яка полягає в тому, що учень заздалегідь адаптується до навчального середовища. Завдяки цьому забезпечується звання того, хто навчається, до інтерфейсу і динаміки модельованих процесів. Потім ті, хто навчається, за рівних умов вирішують ряд завдань, що відрізняються один від одного наростаючою складністю, і проблемні ситуації, що мають місце в реальних умовах. Навчання відбувається в прискореному режимі і максимально наближено до реальних умов. При цьому збирається статистичний матеріал, що враховує час роботи, послідовність дій, кількість запитів про допомогу та ін. З метою деталізації особистих показників, що характеризують роботу тих, хто навчається, використовується спеціалізована система оцінок, яка дає можливість визначити різні нормативні рівні кваліфікації, у тому числі і «еталонний». Стратегія підходу полягає в тому, щоб «приспосувати» навчальну спеціалізовану програму до кожного із тих, хто буде навчатись, для того, щоб довести його первинний кваліфікаційний рівень до деякого еталонного. Це дозволяє оптимізувати процес навчання за критерієм досягнення необхідного рівня кваліфікації.

Навчальна програма є набором систематизованих ситуаційних завдань (від 3 до 5 для кожного рівня). Для кожного завдання, за результатами їх вирішення найбільш досвідченими фахівцями, будуються кваліфікаційні моделі у вигляді еталонних матриць $A^1 = |a^1_{jk}|$ алгоритмів вирішення. Розмірність кожної матриці дорівнює числу дій в алгоритмі діяльності «еталонного» фахівця. Всі діагональні елементи матриці дорівнюють 1. Якщо дію k можна виконати після дії j , то елемент матриці $a^1_{jk} = 1$, інакше 0. Крім того, в процесі тренінгу будується матриця $A^2 = |a^2_{jk}|$ дій оператора за рішенням тих же завдань. Розмірність матриці A^2 дорівнює розмірності матриці A^1 . Елемент матриці $a^2_{jk} = 1$, якщо k -та дія здійснилася після j -ї, інакше $a^2_{jk} = 0$. Поелементне порівняння матриць A^1 і A^2 за допомогою спеціальної розробленої методики дає можливість оцінити дії оператора і виявити характер допущених помилок.

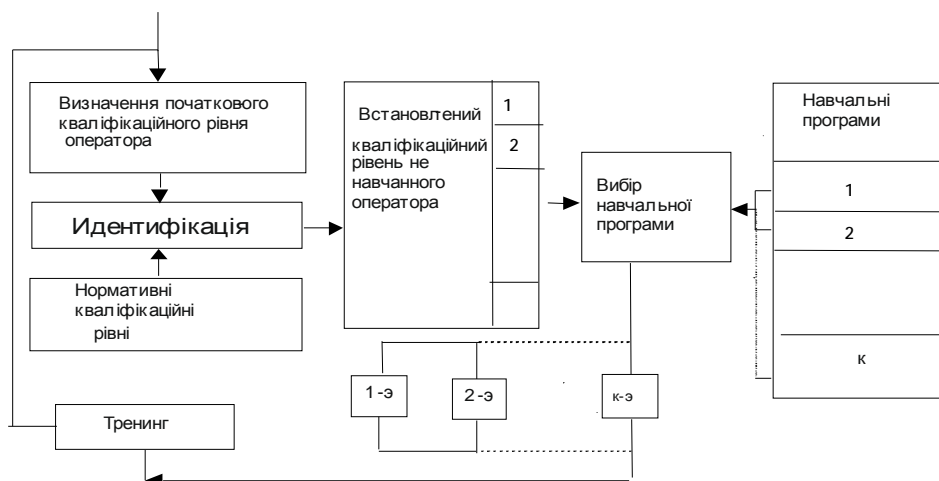


Рис. 3. Структурна схема адаптивного навчання

Принцип функціонування АНС полягає в тому, що кожному із тих, хто навчається, спочатку пропонується вирішити декілька завдань (іноді достатньо і одного), рис. 3. Після вирішення завдання із запропонованого рівня йому пропонуються завдання більш високого рівня. Завдання вважається вирішеним, якщо виконана умова закінчення тренування, описана в її сценарії, тобто досягнуті цілі, поставлені в даному завданні. За результатами вирішення система визначає первинний рівень кожного, ідентифікує його з одним

з нормативних рівнів, наявних в бібліотеці і потім визначає навчальну програму для даного рівня. Система адаптована до здібностей тих, хто навчається, тобто всі етапи роботи відбуваються з урахуванням особистих здібностей кожної людини, темпу і якості вирішення поставлених перед ним завдань. Перехід до складніших завдань відбувається після того, як оператор продемонструє якісне виконання поточного завдання.

В процесі вирішення завдань навчальна система переводить того, хто навчається, з рівня на рівень, до тих пір, поки його рівень не досягне еталонного. Алгоритм вибору чергового завдання передбачає і можливість повернення до менш складних завдань у випадку, якщо хтось не справляється із завданнями запропонованого рівня складності, а також припинення тренінгу через неперспективність подальшого навчання. Це дає можливість здійснювати вибір осіб, що володіють певними об'єктивними показниками. Це особливо актуально для фахівців, що працюють в екстремальних умовах. Після закінчення тренінгу кожному пропонується контрольний тест (іспит), за результатами якого викладач (інструктор) робить висновки про можливість або неможливість атестації того, хто навчається. Діалог з системою здійснюється за допомогою дружнього інтерфейсу, що забезпечує відображення на екрані монітора ЕОМ всіх модельованих об'єктів, органів управління ними і дій того, хто навчається. Після вирішення кожної задачі на екран монітора (при потребі і на принтері) видаються детальні відомості про результати роботи: час вирішення задачі, склад і характер допущених помилок, кількість запитів на допомогу та ін.

Метод оцінювання рівня знань

У роботі [7] та інших аналогічних роботах, визначення і оцінка знань в основному представляється як завдання розпізнавання, яке має на увазі збір, аналіз, перетворення даних, що отримуються в процесі навчання і виставлення оцінки по контрольним завданням. У розробленій системі для оцінки якості професійної підготовки фахівців, що характеризує ступінь їх підготовленості для розв'язання поставленого завдання, розроблена методика на основі адаптивних індивідуальних алгоритмів, що дозволяє кількісно визначити рівень знань тих, хто навчається, отриманий в процесі адаптивного навчання з урахуванням числа вирішених завдань, часу їх вирішення, а також помилок, що виникають в процесі вирішення завдань.

У відповідність з методикою, загальна оцінка оператора O за результатами навчання обчислюється за формулою:

$$O = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N O1_i$$

де $O1_i$ – оцінка, отримана оператором за вирішення i -ї задачі;
 N – число завдань, вирішених оператором за час тренінгу.

$$O1 = (O2 - O3)$$

де $O2$ – оцінка результату вирішення i -ї задачі;
 $O3$ – штраф за відхилення оператором від базового алгоритму вирішення задачі.
 Складова $O2$ обчислюється за формулою:

$$O2 = 3,1e^{(1-tr/2tb)} + 1 - nzp / noz$$

де tr – фактичний час вирішення задачі;
 tb – базовий (відведений) час вирішення задачі;
 nzp – число запитів про допомогу при вирішенні завдання;
 noz – число дозволених запитів про допомогу для даного завдання.

Коефіцієнти в рівнянні (2) підібрані так, щоб при вирішенні оператором завдання за час, рівний базовому і при $nzp = noz$, значення $O2$ дорівнювало би 5 балам.

$$O3 = \sum_{i=1}^N A_i$$

де A_i – штраф за відхилення від i -го алгоритму;
 k – число алгоритмів.

Штрафна функція A_i визначається таким чином:

$$A_i = (H_i + C_i)$$

де H_i – кількість обов'язкових дій, які не зробив оператор, працюючи за i -м алгоритмом;
 C_i – кількість порушень необхідного порядку виконання дій при роботі оператора за i -м алгоритмом.

Для визначення величин H_i і C_i складаються спеціальні матриці вирішення завдань B^1_i і B^2_i , що характеризують процес розв'язання за i -м алгоритмом. Матриця B^1_i призначена для характеристики дій досвідчених фахівців, що вирішують завдання за i -м алгоритмом і будується за наслідками вирішення завдань досвідченими фахівцями. Розмірність матриці B^1_i дорівнює числу дій в алгоритмі діяльності оператора. Всі діагональні матриці дорівнюють 1. Якщо дію j можна виконати після дії k , то елемент матриці $B^1_{kj} = 1$, інакше – 0. Матриця B^2_i служить для характеристики дій оператора, що вирішує завдання і заповнюється в процесі тренінгу (за наслідками розв'язання задачі оператором). Розмірність матриці B^2_i дорівнює розмірності матриці B^1_i . Елемент матриці $B^2_{kj} = 1$, якщо j -а дія здійснилася після k -ї, інакше $B^2_{kj} = 0$. Діагональний елемент матриці $B^2_{kk} = 1$ тільки тоді, коли k -а дія алгоритму виконалася першою.

Матриці B^1_i і B^2_i порівнюються поелементно, і якщо $b^1_{kj} = 0$, $b^2_{kj} = 1$, то значення C_i збільшується на

1. Потім будується матриця D^3 , кожен елемент якої рівний:

$$d_{kj}^3 = b_{kj}^1 * b_{kj}^2.$$

Далі в матриці D^3 підраховується кількість нульових стовпців S_i і розраховується значення H_i :

$$H_i = (H_i + S_i); H_o = 0.$$

Таким чином, як видно, приведена методика дозволяє кількісно визначити рівень знань усіх, з урахуванням числа вирішених завдань, специфікою їх розв'язання, а також помилок, які виникають, що забезпечує достатню об'єктивність оцінки якості підготовки тих, хто навчається.

На рис. 4 приведені функції $O = F(O_2)$ при різних O_3 і $O_2 = F(tr)$ при різних tb , які дозволяють дослідити характеристики, що впливають на якість навчання.

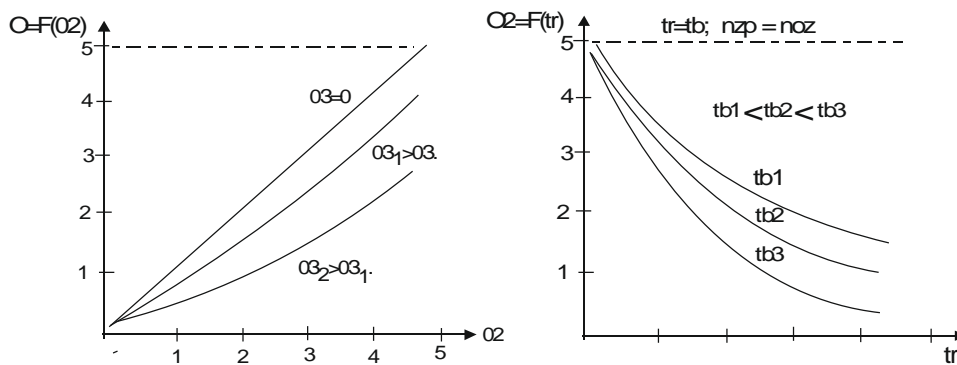


Рис. 4. Функції $O = F(O_2)$ при різних O_3 і $O_2 = F(tr)$ при різних tb

Реалізація

На рис. 5 показано створений в середовищі АНС фрагмент пульту керування електросилової установки запуску двигуна і синхронізації корабля, де приведені мнемосхема, вимірювальні прилади і органи управління [7].

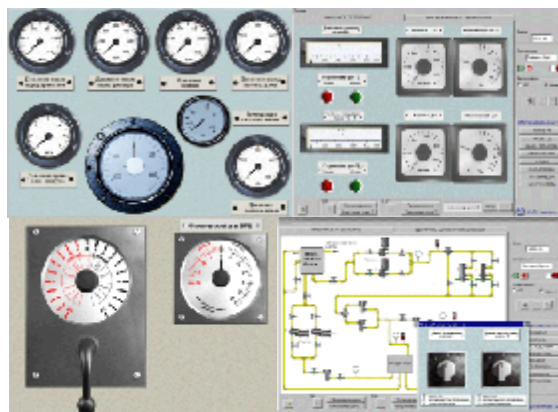


Рис. 5. Фрагменти електросилової установки запуску двигуна і синхронізації

Навчання може відбуватися в 3-х режимах:

- режим без автоматизованого контролю знань;
- режим з автоматизованим контролем знань;
- демонстраційний режим (для інструктора).

У режимі "Без автоматизованого контролю знань" тому, хто навчається, надана повна свобода діяльності, аж до дій, які на практиці приводять до аварії. При цьому учень отримує деякий самостійний досвід поведінки в різних ситуаціях, у тому числі і аварійній. Інструктор може вводити на робочі місця різні відмови, змінювати положення різних органів керування, що додає роботі характер гри.

У режимі "Автоматизований контроль знань" пред'являються ситуаційні завдання різної складності. Учень вирішує певну тестову задачу. В процесі навчання пред'являються завдання різних рівнів складності до тих пір, поки той, хто навчається, не досягне деякого еталонного рівня знань. Результати вирішення завдань фіксуються на робочих місцях у вигляді протоколів, а також пересилаються на робоче місце інструктора.

У "Демонстраційному режимі" інструктор виводить всю інформацію на проєкційний екран, що дозволяє йому пояснювати роботу систем і блоків, вплив відмов і так далі, проводити заняття і розбір вирішених завдань і так далі.

Висновки

Розроблені нові, ефективні принципи і підходи до організації пізнавальної діяльності в

інтелектуальному автоматизованому навчальному середовищі на базі сучасних ЕОМ і спеціалізованих програмних засобів, що відповідають всім вимогам навчального процесу.

Обрані критерії оптимальності навчання і з метою підвищення якості підготовки фахівців розроблено нову, в порівнянні з традиційною методологією, організацію навчального процесу, що включає етапи навчання і тренінгу в реальних умовах професійної діяльності тих, хто навчається.

Розроблено комплекс інтелектуальних навчальних програм з врахуванням педагогічних принципів навчання, стратегія і програмні засоби дружнього інтерфейсу для діалогу і віддаленого доступу з метою побудови розподілених навчальних систем.

Розроблено багатофункціональний метод оцінювання знань тих, хто навчається, який забезпечує тестування професійних якостей і оцінку професійної придатності, проведення моніторингу знань і вмінь, а також атестаційних і кваліфікаційних випробувань.

Реалізація запропонованих апаратних і програмних засобів дозволяє по новому, на більш високому рівні, підійти до організації навчально-педагогічної діяльності по підготовці фахівців на основі автоматизованої технології та інтелектуальних програмно-апаратних засобів навчання. Результати роботи можуть бути використані для побудови комп'ютерних систем навчання різного профілю. Всі розробки захищені сертифікатами якості [8].

Робота виконана згідно з договором про співдружність кафедри СПР ХНУ з Калінінградським науково технічним учбово-тренувальним центром (Росія).

Література

1. Соловов А. В. Проектирование компьютерных систем ученого назначения / Соловов А. В. – Самара : Самарский аэрокосмический университет, 1993. – С. 104.
2. Зайцева Л. В. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ / Зайцева Л. В., Новицкий Л. П., Грибкова В. А. – Рига : “Зинатне”, 1989. – 174 с.
3. Берников А. Р. Согласование экспертных оценок для формирования модели деятельности оператора в тренажерах / А. Р. Берников, Р. П. Графов // Научно-технический и научно-производственный журнал «Информационные технологии». – М., № 6, 2003. – С. 44–47.
4. Беспалько В. П. Основы теории и педагогических систем. Проблемы и методы психолого-педагогического обеспечения технических обучающих систем / Беспалько В. П. – Воронеж : Воронежск. ун-т, 1977. – 304 с.
5. Соловов А. В. Дискретные математические модели в исследовании процессов автоматизированного обучения / А. В. Соловов, А. А. Меньшикова // Самарский государственный аэрокосмический университет, "Информационные технологии", 2001, № 12 – С. 32–36
6. Растринин Л. А. Адаптивно обучение с моделью обучаемого / Л. А. Растринин, М. Х. Эренштейн. – Рига : Зинатне, 1986. – С. 160.
7. Зайцева Л.В., Прокофьева Н.О. Проблемы компьютерного контроля знаний / Л. В. Зайцева, Н. О. Прокофьева // Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatarstan, Russia, 2002, – p. 102–106.
8. <http://www.ntutc.ru/>

Надійшла 13.8.2011 р.

УДК 006.822

С.М. НЕДІЛЬКО

Державна льотна академія України, м. Кіровоград

МЕТОДИКА ОЦІНКИ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТРУКТУРНОЇ СКЛАДНОСТІ

Запропоновано методику оцінки системи передачі даних автоматизованої системи управління повітряним рухом за показниками структурної складності.

The article highlights the method of the estimation of system of data transmission of the automated control system of the air traffic on indicators of functional stability.

Ключові слова: система передачі даних, автоматизована система управління повітряним рухом, структурна складність.

Вступ

В сучасних умовах розвитку цивільної авіації одним зі найважливіших напрямків забезпечення заданого рівня безпеки польотів є автоматизація управління повітряним рухом. При розробці та проектуванні розподілених автоматизованих систем управління та систем передачі даних (СПД) виникає необхідність оцінки ефективності запропонованих моделей та їх структури за критерієм складності.