

Панферова Ирина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра информационных управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Коваль Сергей Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом артериальной гипертензии, Государственное учреждение «Национальный институт терапии им. Л. Т. Малой Национальной академии медицинских наук Украины», Харьков, Украина.

Печерская Анна Ивановна, кандидат технических наук, научный сотрудник, кафедра биомедицинской инженерии, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина, e-mail: anna.pecherska@nure.ua.

Абрамова Анна Арнольдовна, кафедра биомедицинской инженерии, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Висоцька Олена Володимирівна, доктор технічних наук, професор, кафедра біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Панфорова Ирина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра информационных управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Коваль Сергій Миколайович, доктор медичних наук, професор, завідувач відділу артеріальної гіпертензії, Державна установа «Національний інститут терапії ім. Л. Т. Малої Національної академії медичних наук України», Харків, Україна.

Печерська Анна Іванівна, кандидат технічних наук, науковий співробітник, кафедра біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Абрамова Ганна Арнольдовна, кафедра біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Vysotska Olena, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.

Panforova Iryna, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.

Koval Sergiy, State Institution «L. T. Malaya Therapy Institute of National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, Ukraine.

Pecherska Anna, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: anna.pecherska@nure.ua.

Abramova Hanna, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

УДК 004.65:004.89 (045)

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.86342

**Артамонов Е. Б.,
Панфоров О. В.**

ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНИХ ДИНАМІЧНИХ СЦЕНАРІЇВ У КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ НАВЧАННЯ

В роботі показано принципи та фактори, що застосовуються при формуванні бази знань з різних дисциплін. Розглянуто нелінійний підхід до навчання, порівняно його з існуючим в навчанні лінійним. Розроблено модель нелінійного освітнього процесу з адаптивним формуванням навчальних матеріалів. На базі створеної моделі побудовано комплексний алгоритм функціонування адаптивних навчальних курсів.

Ключові слова: адаптивні навчальні матеріали, електронне навчання, навчальний процес, тестування знань.

1. Вступ

Існуючий в навчанні підхід до подачі навчального матеріалу має лінійний характер, що має ряд недоліків, а саме:

- різний рівень початкової підготовки;
- різноманіття підходів до навчання в межах однієї дисципліни (навіть при однаковому об'ємі інформації);
- різна швидкість засвоєння матеріалу курсу.

Через вищезазначене засвоєння матеріалу учнем зазвичай неповне або взагалі відсутнє. В результаті підготовка спеціалістів в даних умовах є неефективним процесом, а їх кваліфікація — низькою. На жаль, це стосується лише тих, хто спромігся завершити курс. Адже, згідно до статистики, в середньому тільки 15 % учнів завершують дистанційні комп'ютерні навчальні курси і близько 70 % — при очній формі навчання.

Нелінійний підхід до подачі матеріалу полягає у наданні учню нового матеріалу після успішного засвоєння попереднього. Новий матеріал обирається з огляду на рівень учня, та напрям подальшого вивчення. Таким

чином, два учня, що приступили до курсу, отримають різний матеріал у різних послідовностях, але зможуть завершити курс приблизно з одним рівнем знань.

Динамічна адаптація навчального процесу та матеріалу дозволяє ефективно організувати пізнавальну діяльність учня. Індивідуалізація процесу навчання в такому випадку не вплине на цілісність навчальної програми та навчального процесу, але надасть змогу максимально ефективно адаптувати пізнання учня до вимог суспільства та виробництва. Побудова адаптивних електронних навчальних курсів є способом досягнення цих цілей.

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Для формування адаптивного вмісту навчального курсу є сенс використовувати підходи побудови динамічних сценаріїв, які використовуються в комп'ютерних іграх та інтерактивних книгах. До них належать такі принципи:

- нелінійність сюжету;
- розмаїття рішень;

- незакріплений порядок рішень;
- різноманітні способи проходження.

Принцип нелінійності сюжету — це сюжет, який в певних місцях має розгалуження. Зазвичай користувач повинен зробити якийсь вибір і, в залежності від цього, зміниться наступний матеріал.

Принцип різноманітності рішень — це нелінійність, в якій не обов'язково виконувати завдання (читати текст, розв'язувати рівняння) так, як задумав автор. У структурі закладена можливість знайти самостійне рішення. Така нелінійність вимагає врахування додаткових параметрів або відомостей про користувача.

Принцип незакріпленого порядку рішень — це можливість користувача самостійно вибирати порядок виконання завдань, на відміну від лінійних електронних підручниках, де користувач повинен виконати спочатку перше завдання, за ним — друге, а вже потім — третє. Якщо зробити, щоб завдання генерувалися самі і їх можна було виконувати в будь-якій послідовності, то вийде гра типу «пісочниця».

Принцип різноманітних способів проходження — це нелінійність, в якій щоб пройти з точки А в точку Б потрібно виконати будь-яке проміжне завдання на вибір. При бажанні можна виконати будь-яку їх кількість, але для проходження далі досить виконати тільки одне. Часто це використовується в сюжетах, в яких одне й те саме завдання можна виконати декількома різними способами. Зазвичай спосіб вирішення ні на що в подальшому навчанні не впливає.

На основі вищенаведеного об'єктом дослідження даної роботи є динамічні сценарії в адаптивних навчальних системах, а предметом дослідження — принципи і фактори формування адаптивних динамічних сценаріїв у комп'ютерних системах навчання.

Так, застосування сучасних комп'ютерних інформаційних технологій в процесі навчання здійснюється на основі принципів, що відображають основні вимоги до організації навчального процесу:

- принцип систематичності забезпечується використанням комп'ютерних систем на всіх етапах навчання;
- принцип активності та самостійності учнів передбачає значну активність учнів, вміння орієнтуватися в потоці інформації, самостійне мислення;
- принцип диференційного підходу до учнів орієнтовано на індивідуальні особливості, рівень підготовки, швидкість сприйняття інформації;
- принцип розподілення навчальних ресурсів проявляється у формах представлення навчальної інформації та способах її передачі, що дає змогу обрати найбільш зручний варіант, темп вивчення та побудову індивідуальної навчальної траєкторії;
- принцип авторської участі у процесі навчання;
- принцип інтерактивності забезпечує взаємодію на основі співробітництва учасників навчального процесу;
- принцип мультимедійного представлення навчальної інформації.

Важлива складова моделі — зміст навчального матеріалу. Під цим поняттям мається на увазі педагогічно обґрунтована, логічно впорядкована наукова інформація про матеріал, що вивчається. Зміст визначає ядро, навколо якого поєднано методи засвоєння, форми організації навчальної діяльності та весь процес навчання та розвитку учнів.

В основі структурування навчального матеріалу лежить системно-структурний підхід до діяльності дидактичної системи, що базується на досягненні кінцевих цілей навчання, тобто сприятливий для ґрунтовного засвоєння найбільш значущих розділів дисципліни, що вивчаються.

Динамічні сценарії в адаптивних навчальних системах мають ряд недоліків, а саме:

- недостатній аналіз класифікаторів оцінки засвоєння матеріалу;
- відсутність статистичних даних щодо оцінювання рівня зосередженості уваги на навчальному матеріалі.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження — усунення недоліків використання адаптивних динамічних сценаріїв у комп'ютерних системах навчання.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Виконати формалізацію процесу побудови бази знань.
2. Розробити комплексну модель освітнього процесу.
3. Ввести кількісні параметри для оцінювання рівня зосередженості уваги на навчальному матеріалі.

4. Аналіз літературних даних

Ідея впровадження адаптивних методик у навчальний процес не є новою. Серед робіт за цією тематикою, виявлених у світових наукових ресурсах, слід виділити кілька напрямів дослідження:

1. Подача інформації адаптивним шляхом: Evidence-Based Educational Methods [1], Adaptive Authoring of Adaptive Educational Hypermedia [2].
2. Впровадження адаптивного тестування знань: Adaptive Testing [3], Adaptive assessment of student's knowledge in programming courses [4], Computerized Adaptive Testing for Classifying Examinees into three Categories [5].

Роботи [1, 2] присвячені опису процесу створення такого курсу, що буде складатись з тем, пов'язаних між собою, що подаються в певній послідовності, визначеній алгоритмами. В [2] описано набір необхідних функціональних можливостей і архітектурних особливостей авторингу систем для адаптивного викладання і/або навчальної середовища.

Адаптивне тестування знань набуло більш широкого вжитку, ніж побудова нелінійних, динамічних курсів. Проведено дослідження щодо способів оцінки [6], порівняння ефективності адаптивного тестування у порівнянні з лінійним [7]. На основі побудованих систем тестування було проведено дослідження швидкості відповідей на тест, з метою покращення алгоритму вибірки питань [8].

У роботі [9] розглянуто способи побудови бази знань та принципів розробки навчальної програми. У [10] наголошено на необхідності застосування семантичних мереж у проектуванні системи адаптивного навчання.

5. Матеріали та методи дослідження

В межах дослідження було проведено формалізацію запропонованих рішень з публікацій [1, 2, 4], які

присвячені адаптивним методам подачі інформації та тестування в системах навчання.

На основі вже проведених раніше досліджень [11, 12] в межах створення програмної оболонки для адаптивних навчальних курсів оцінено можливість використання якісних параметрів в системах оцінювання рівня знань.

Для підтримки прийняття рішень щодо вибору видо-вих представлень в системі оцінювання рівня засвоєння навчальної інформації в адаптивних системах було проведено аналіз та синтез матеріалів [3, 5–10, 13].

6. Результати дослідження

Формальне представлення знань про предметну область має включати у себе кількісне представлення даних, адже поняття «знання» включає в себе «дані», які можуть мати безліч відносин між елементами, що утворюють факти, та безлічі самих фактів [2, 3].

Уніфікація моделі об'єктів управління, предметної області навчання і тестування адаптивних навчальних курсів повинна бути забезпечена єдиним способом подання знань. Підходящим для цього способом є семантичні мережі знань предметної області. Представлення знань, що базуються на семантичних мережах, полягає в тому, що предметна область розглядається як сукупність об'єктів (сутностей, понять) і зв'язків (відносин) між ними [14].

Формально мережеві моделі задаються у вигляді:

$$H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, Q \rangle,$$

де I – безліч інформаційних компонентів, що зберігаються у вузлах мережі; C_1, C_2, \dots, C_n – типи зв'язків між інформаційними елементами; Q – відображення, яке встановлює відповідність між безліччю типів зв'язків та безліччю інформаційних компонентів мережі.

Перевагами семантичних мереж, як засобів подання, знань є їх великі виразні можливості, наочність системи знань, представленої графічно. Крім того, семантичні мережі мають добре апробовану наукову базу у вигляді теорії графів.

Розроблено комплексну модель процесу навчання, використовуючи інформаційні технології, графічне представлення якої зображено на рис. 1. Розглянуто технологічний, цільовий, змістовний і результативний компоненти системи та їх зв'язки, а саме:

- обґрунтування цілей навчання;
- змістовні модулі навчальних програм;
- умови досягнення цілей;
- навчальна діяльність учнів та викладача;
- результати навчання.

За результатами дослідження цільового компоненту моделі було визначено основний напрямок цілей при організації навчального процесу з використанням інформаційних технологій. Синтезуючи навчальні, виховні та розвиткові аспекти навчання, цільовий компонент моделі можна визначити наступним чином:

- розвиток в процесі навчання навичок продуктивної самостійної творчої діяльності у сучасному, інформаційно-насиченому середовищі;
- формування компонентів інформаційної культури, а саме: розвиток навичок відбору необхідної інформації, знайомство з новими способами технічної обробки інформації, формування практичних навичок комп'ютерної обробки інформації, тощо.

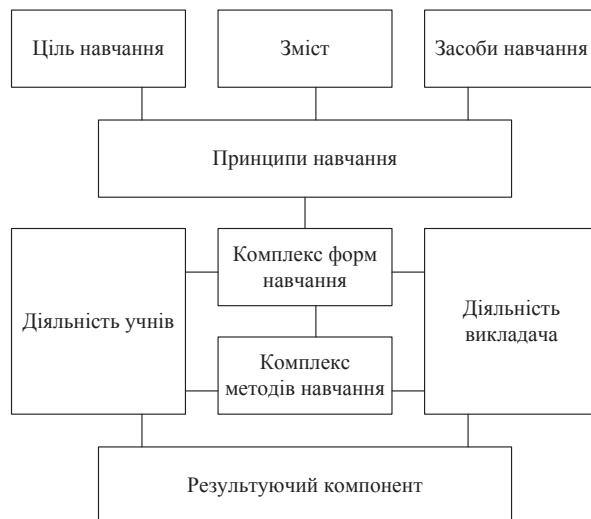


Рис. 1. Комплексна модель освітнього процесу з використанням ІКТ

Комплексна модель адаптивних навчальних курсів будуватиметься на основі моделей предметної області, класифікації студентів, компонентів системи управління тестуванням і тестування знань предметної області студентів. Це повинна бути багаторівнева модель у вигляді функціональної семантичної мережі на верхньому рівні представлення знань і розгалуженої системи тестування, яка керувала б виводом висновків на нижніх рівнях моделі тестування знань і узагальнювала результати висновків усіх рівнів.

Комплексний алгоритм функціонування адаптивних навчальних курсів будуватиметься на базі моделі, що відобразить сутність функціонування системи. Управління компонентами адаптивних навчальних курсів та обробка інформації про результати тестування виконується за допомогою комплексного алгоритму.

Основними вимогами до тестових завдань є:

- незалежність завдань;
- простота і компактність формулювання питань;
- виключення неоднозначного розуміння питання.

Для розрахунку показників ефективності тесту будуватиметься матриця результатів тестування та визначається складність завдання шляхом визначення міри варіації тестових балів студентів [12, 15, 16]:

$$S = \sqrt{\frac{S_Y}{N-1}},$$

де N – число студентів; $S_Y = \sum_{i=1}^N (Y_i - M_Y)^2$ – показник варіації тестових балів по всім завданням тесту; M_Y – середній тестовий бал групи студентів; Y_i – кількість балів, набраних студентом.

При тестуванні знань учнів у віртуальній системі, часто доводиться користуватися нечіткими знаннями, які не можуть бути інтерпретовані як повністю логічні – вірні і не вірні.

Нечітка множина визначається сукупністю пар виду $(x, \mu(x))$, де x – визначений на базовій шкалі B ($x \in B$) і $\mu(x)$ – функція приналежності на інтервалі $[0 \dots 1]$.

При визначенні набору критеріїв, їх «ваги», методи оцінки рішень можуть бути різноманітними. Тому в процесі навчання кожне питання має мати певну «вагу».

Наприклад, A – дуже складний, B – складний, C – середньої складності, D – простий і E – дуже простий.

У таких системах навчання тестування здійснюється з використанням бази даних контрольних питань і передбачених нечітких відповідей. Тут доцільним є метод байєсовських оцінок складності питань тесту і складності тесту в цілому.

Застосовуючи нечіткий класифікатор Байєса до кожного питання, можна в інтервалі $[0, 1]$ оцінити ступінь приналежності того чи іншого питання до однієї з вищевказаних категорій. Нехай A і B – нечіткі підмножини, тоді:

$$S(A, B) = \frac{M(A \cap B)}{M(A)}.$$

Теорема Байєса виводиться з цього результату:

$$S(A, B) = \frac{S(B, A)M(B)}{M(A)},$$

$$M(A \cap B) = M(B)S(B, A).$$

Нехай E – непарне свідчення і H_1, \dots, H_k – k нечітких гіпотез, тоді:

$$S(E, H_i) = \frac{S(H_i)M(H_i)}{\sum_{j=1}^k S(H_j, E)M(H_j)}, \quad i = 1, 2, \dots, k,$$

$$S(H_i, E) = 1 - \frac{\sum \max[0, \mu_{H_i}(X) - \mu_E(X)]}{M(H_i)}.$$

За допомогою цієї формули визначається рівень складності кожного питання, яке в свою чергу, дозволяє чітко оцінити рівень знань учня по даному питанню.

У цьому випадку правильне розташування тестових завдань у тесті підвищує їх валідність. Тому тестові завдання повинні розташовуватися в наступній послідовності. Спочатку розташовані менш важкі тестові завдання, а потім – у порядку зростання їх складності. Якщо в ході апробації тесту з'ясується, що складність багатьох його завдань не відповідає рівню знань значної кількості учнів, то інформація про знання конкретного студента, одержувана за результатами виконання окремих тестових завдань, може бути виражена формулою:

$$I = \log_2 \frac{P_1}{P_0},$$

де P_0 – апіорна ймовірність успішного тестування. Цей показник визначається до тестування, незалежним експертом (викладачем). P_1 – апостеріорна ймовірність успішного проходження тестування.

Якщо реальний рівень підготовки студента такий, що він апіорі успішно виконає групу легких для нього завдань, то виконання даної групи завдань цим користувачем не дає додаткової інформації про його знання ($P_0 \approx P_1$). Було б доцільно в цьому випадку ускладнити завдання, розбити завдання на дві або де-

кілька груп за рівнем складності для різних учнів та реалізувати гнучкий механізм пред'явлення завдань. Тобто в процесі тестування система повинна адаптуватися до рівня знань учня.

Якщо рівень досить високий з усіх питань дисципліни (розділу, теми) і знання комплексні, то алгоритм тестування може поставити йому десяток запитань і введе високу оцінку. Якщо рівень підготовки низький і студент часто дає невірні відповіді, то система почне перевіряти його знання з даної дисципліни (розділу, теми), опускаючись на нижчі рівні понять. Чим більше помилок допускає користувач, тим простіше стають питання і тим нижче буде оцінка знань. У кінцевому рахунку, студенту буде виставлена оцінка за результатами тестування заняття (теми, розділу), а після повного вивчення матеріалу курсу за допомогою результатів тестування по групі тестів може бути визначена і рейтингова оцінка учня.

Для вирішення питання коректного зв'язування елементів тексту, яке дозволить подавати інформацію як в повній формі, так і для реалізації принципів багатосценарного підходу було вирішено представити зміст підручника за схемою, яка має три рівні уявлення.

Рівень перший: є текст в книзі без будь-яких скорочень і обробки. Цей рівень призначений для використання людьми, які тільки знайомляться з даною тематикою книги.

Рівень другий: на цьому рівні текст книги проходить певну обробку (докладніше вона описана нижче), яка дозволить користувачеві з поверхневим або середнім знанням тематики книги отримати найбільш точну інформацію без необхідності читати те, що користувач вже знає.

Рівень третій: інформація на цьому рівні проходить тільки обробку. Користувач цього рівня вимагає лише загального уявлення про тематику книги і вимагає тільки уявлення окремих точних теорем і формул без будь-яких пояснень.

На кожному з трьох рівнів у користувача є доступ до пошукової системи, яка дозволяє знайти в книзі все необхідне.

Питання для відстеження зацікавленості читача з точки зору програмної реалізації складається з таких рішень:

1) контроль часу перебування на сторінці автоматично переводить всі елементи даної сторінки на новий рівень розкриття. Також отримують більший статус все елементи тексту, які змістовно пов'язані з елементами даної сторінки;

2) контроль переходів між елементами, які мають змістовні зв'язки. Даний контроль вимагає гнучкого нарахування балів статусу розкриття окремих елементах тексту;

3) контроль побічних дій користувача.

На даному етапі реалізації системи основним контролюючим параметром використовувався час, який читач витрачає на ознайомлення з елементом тексту.

Після перетину певної величини часу для даного елемента тексту відкриваються для доступу всі пов'язані з ним елементи і починають нараховуватися додаткові бали відкриття для всіх зв'язків першого і другого рівнів (по досягненні певної кількості сумарних балів відкриваються і вони).

При цьому користувач відсторонений від гнучкого маніпулювання переходами з одного рівня на інший. Але йому надана можливість заздалегідь визначити рівень

розкриття змісту тексту або вказати на помилкові (на його думку) зв'язки.

Потенціал підручників з динамічним матеріалом дуже високий адже кожному хотілось би отримати потрібні данні швидко, без значних затрат на пошук в звичайній книзі і головне послідовно. Також не останнім є питання загального ознайомлення і отримання хоча б приблизного розуміння про зміст підручника чи книги.

З огляду на великий обсяг інформації саме режим ознайомлення може бути найбільш використаним при роботі з даною програмою.

7. SWOT-аналіз результатів дослідження

Strengths. Сильні сторони:

- адаптивна система навчання суттєво підвищує якісні показники навчання [2];
- побудована в роботі модель є основою для розробки дійсно адаптивної системи навчання, що включатиме як нелінійну подачу матеріалу, так і динамічно генеровані тести;
- береться до уваги велика кількість факторів, що впливають на засвоєння матеріалу [9].

Weaknesses. Слабкі сторони:

- необхідність залучення кваліфікованих спеціалістів зі сфери інформаційних технологій для підтримки системи під час навчального процесу;
- швидке застарівання навчального матеріалу, особливо в технічних галузях наук, що потребуватиме постійного оновлення;
- недостатньо розглянуто складову безпеки інформації в модельованій системі.

Opportunities. Перспективи дослідження:

- подальші дослідження надають можливості розробки системи та її апробації у навчальних закладах України;
- модельована система зможе конкурувати, або співпрацювати з платформами онлайн-навчання, такими як Prometheus.

Для подальших досліджень поставлені наступні задачі:

1) провести аналіз основних методів визначення реакцій користувача на елементи навчальних курсів та оцінити їх зв'язок з вже отриманими на основі тестових завдань результатами щодо засвоєння матеріалів курсу;

2) застосувати методи, що аналогічні методам технічного діагностування, для задач визначення рівня засвоєння користувачем матеріалів курсу;

3) провести класифікацію причин недостатнього рівня засвоєння користувачами навчальних матеріалів.

Розв'язання перерахованих вище задач дозволять подолати труднощі, які виникають при побудові навчальних курсів з адаптивною методологією формування навчальних матеріалів.

Threats. Зовнішні загрози дослідження:

- впровадження модельованої системи потребує значних витрат на дослідження та розробку, як матеріальних, так і трудових;
- наявність зарубіжних аналогів — Moodle, MOT, TANGOW. Таким чином, SWOT-аналіз результатів показав можливості оцінки рівня засвоєння навчального матеріалу в межах адаптивного формування системи навчальних ресурсів. На основі даної оцінки можна побудувати формальні засоби моделювання реакції користувачів з метою забезпечення самовдосконален-

ня бази знань та підвищення рівня інтерактивності електронних навчальних курсів.

8. Висновки

1. Виконано формалізацію процесу побудови бази знань з використанням семантичної мережі та отримано оцінку мінімальної та максимальної межі кількості правил. Так для формування нелінійних сюжетів мінімальна кількість тестових питань за темою була в межах 3–5 (в залежності від складності теми), максимальна кількість питань — 11 (але даний показник є неприйнятним в розроблюваній комп'ютерній системі, тому проводяться роботи з його зменшення).

2. Розроблено комплексну модель освітнього процесу з використанням інформаційних комп'ютерних технологій, графічне представлення якої зображено на рис. 1. Дана модель включає представлення технологічних, цільових, змістовних і результативних компонентів системи та їх зв'язки (обґрунтування цілей навчання, змістовні модулі навчальних програм, умови досягнення цілей, навчальна діяльність учнів та викладачів, результати навчання).

Наведена модель дозволяє використовувати підходи побудови динамічних сценаріїв, до яких належать принципи нелінійності сюжету, розмаїття рішень, незакріпленій порядок рішень, різноманіття способів проходження навчальних курсів.

3. Реалізовано алгоритми оцінювання в межах адаптивних навчальних курсів для контролю засвоєння матеріалу. В межах роботи алгоритмів оцінювання було сформовано вимоги до тестових завдань, до яких відносяться:

- незалежність завдань;
- простота і компактність формулювання питань;
- виключення неоднозначного розуміння питання.

Також побудовано матриці результатів тестування для розрахунку показників ефективності тестів та визначено складність завдання шляхом визначення міри варіації.

Література

1. Moran, D. J. Evidence-Based Educational Methods [Text] / ed. by D. J. Moran, R. W. Malott. — Elsevier Science & Technology Books, 2004. — 408 p. doi:10.1016/b978-0-12-506041-7.x5000-1
2. Cristea, A. Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems [Text] / A. Cristea, L. Aroyo // Lecture Notes in Computer Science. — 2002. — Vol. 2347. — P. 122–132. doi:10.1007/3-540-47952-x_14
3. Spector, J. M. The SAGE Encyclopedia of Educational Technology [Text] / by ed. J. M. Spector. — SAGE Publications, Inc., 2015. — 604 p. doi:10.4135/9781483346397
4. Chatzopoulou, D. I. Adaptive assessment of student's knowledge in programming courses [Text] / D. I. Chatzopoulou, A. A. Economides // Journal of Computer Assisted Learning. — 2010. — Vol. 26, № 4. — P. 258–269. doi:10.1111/j.1365-2729.2010.00363.x
5. Eggen, T. J. H. M. Computerized Adaptive Testing for Classifying Examinees into three Categories [Text] / T. J. H. M. Eggen, G. J. J. M. Straetmans // Educational and Psychological Measurement. — 2000. — Vol. 60, № 5. — P. 713–734. doi:10.1177/00131640021970862
6. Stocking, M. L. An Alternative Method for Scoring Adaptive Tests [Text] / M. L. Stocking // Journal of Educational and Behavioral Statistics. — 1996. — Vol. 21, № 4. — P. 365–389. doi:10.2307/1165340
7. Schnipke, D. L. A Comparison of Item Selection Routines in Linear and Adaptive Tests [Text] / D. L. Schnipke, B. F. Green // Journal of Educational Measurement. — 1995. — Vol. 32, № 3. — P. 227–242. doi:10.1111/j.1745-3984.1995.tb00464.x

8. Van der Linden, W. J. Using Response Times for Item Selection in Adaptive Testing [Text] / W. J. van der Linden // Journal of Educational and Behavioral Statistics. — 2008. — Vol. 33, № 1. — P. 5–20. doi:10.3102/1076998607302626
9. Liu, C. M. Adaptive Learning System Designed and Learning Program Optimization Algorithm [Text] / C. M. Liu, Y. J. Sun, H. Y. Li // Applied Mechanics and Materials. — 2013. — Vol. 347–350. — P. 3114–3118. doi:10.4028/www.scientific.net/amm.347-350.3114
10. Xiao, J. Q. Research on Student Model of Adaptive Learning System Based on Semantic Web [Text] / J. Q. Xiao // Advanced Materials Research. — 2013. — Vol. 739. — P. 562–565. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.739.562
11. Artamonov, E. B. Concept of creating a software environment for automated text manipulation [Text] / E. B. Artamonov, O. O. Zholdakov // Proceedings of National Aviation University. — 2010. — Vol. 44, № 3. — P. 111–115. doi:10.18372/2306-1472.44.1916
12. Артамонов, Є. Б. Вирішення проблеми використання якісної класифікації параметрів в інтелектуальних системах [Текст] / Є. Б. Артамонов, Б. Г. Масловський // Електроніка і зв'язок. Тематичний випуск «Проблеми електроніки». — 2007. — Ч. 3. — С. 77–79.
13. Sato, S. Automatic Collection of Related Terms from the Web [Text] / S. Sato, Y. Sasaki // Proceedings of the 41st Annual Meeting on Association for Computational Linguistics — ACL03. — 2003. — Vol. 2. — P. 121–124. doi:10.3115/1075178.1075196
14. Карпова, Т. Базы данных: модели, разработка, реализация [Текст] / Т. Карпова. — СПб.: Питер, 2002. — 304 с.
15. Хахалин, Г. К. Контекстное фрагментирование в лингвистическом анализе [Текст] / Г. К. Хахалин, А. Л. Воскресенский // Труды X Национальной конференции по Искусственному Интеллекту с международным участием — КИИ-2006, 25–28 сентября 2006 г., Обнинск. — М.: Физматлит, 2006. — Т. 2. — С. 479–488.
16. Уэно, Х. Представление и использование знаний [Текст] / Х. Уэно, Т. Кояма, Т. Окамото, Б. Мацуби, М. Исидзука; под ред. Х. Уэно, М. Исидзука; пер. с яп. И. А. Иванова; под ред. Н. Г. Волкова. — Москва: Мир, 1989. — 220 с.

ФОРМИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СЦЕНАРИЕВ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

В работе показаны принципы и факторы, применяемые при формировании базы знаний по различным дисциплинам. Рассмотрен нелинейный подход к обучению, проведено сравнение его с существующим в обучении линейным. Разработана модель нелинейного образовательного процесса с адаптивным формированием учебных материалов. На базе созданной модели построен комплексный алгоритм функционирования адаптивных учебных курсов.

Ключевые слова: адаптивные учебные материалы, электронное обучение, учебный процесс, тестирование знаний.

Артамонов Євген Борисович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра комп'ютеризованих систем управління, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Панфьоров Олександр Володимирович, аспірант, кафедра комп'ютеризованих систем управління, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: panforov.alex@gmail.com.

Артамонов Евгений Борисович, кандидат технических наук, доцент, кафедра компьютеризированных систем управления, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Панферов Александр Владимирович, аспирант, кафедра компьютеризированных систем управления, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Artamonov Yevhen, National Aviation University, Kyiv, Ukraine. Panforov Oleksandr, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: panforov.alex@gmail.com