

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Пікуляк Микола Васильович

УДК 004.85: 004.416.3

**МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ ПОБУДОВИ
АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ**

05.13.06 – інформаційні технології

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Тернопіль – 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» Міністерства освіти і науки України

- Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Николайчук Ярослав Миколайович,
Тернопільський національний економічний
університет, завідувач кафедри спеціалізованих
комп'ютерних систем
- Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Томашевський Валентин Миколайович,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»,
професор кафедри автоматизованих систем обробки
інформації та управління
- кандидат технічних наук
Медзатий Дмитро Миколайович,
Хмельницький національний університет,
доцент кафедри системного програмування

Захист відбудеться 25 лютого 2016 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради K58.082.02 у Тернопільському національному економічному університеті за адресою: 46020, м. Тернопіль, вул. Львівська, 11 а (корпус 11, зал засідань).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Тернопільського національного економічного університету за адресою: 46020, м. Тернопіль, вул. Бережанська, 4.

Автореферат розісланий 22 січня 2016 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, к. т. н., доцент

В. В. Яцків

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Дистанційне навчання (ДН) як одна з найбільш перспективних форм сучасної організації навчального процесу дозволяє підвищити ефективність запровадження новітніх технологій та комп'ютеризованих систем організації навчання, забезпечує доступ користувачів до світових ресурсів інформації та можливість безперервного вдосконалення професійних навиків.

Завдяки швидкому розвитку освітніх послуг, зростанню кількості користувачів і залучених навчальних закладів, складності їх інфраструктури, масштабів фінансування дистанційна освіта (ДО) стала глобальним явищем інформаційної культури суспільства.

Аналіз світового досвіду розробки систем ДО (BlackBoard, Lotus, WebTutor, Moodle, Прометей, Віртуальний Університет та ін.) дозволив встановити, що існуючі системи характеризуються наступними перевагами:

- доступність і відкритість навчання, що дає можливість отримати якісну освіту широкому колу слухачів;
- індивідуалізація темпу навчання, у результаті чого швидкість вивчення матеріалів встановлюється самим студентом в залежності від його індивідуальних навичок та бажань;
- технологічність освітнього процесу, що забезпечує ефективне використання новітніх досягнень сучасних інформаційних технологій;
- свобода і гнучкість навчання, що дозволяє студенту вибрати будь-який із запропонованих курсів навчання, а також самостійно розраховувати час і тривалість своїх занять;
- надання ширшого діапазону результатів навчання у порівнянні з традиційним навчанням.

Водночас в інформаційних технологіях, що використовуються при розробці та моделюванні даних систем, не задіяно такий показник визначення якості знань студента, як глибина засвоєння порції інформації (кванта). Для того, щоб цей важливий показник врахувати, в роботі пропонується метод тестового контролю із застосуванням теорії мультимножин для визначення глибини знань і метод обробки інформаційних квантів на основі групування студентів, що дозволяє здійснити побудову індивідуальної адаптивної траєкторії навчання.

Тому вдосконалення інформаційної технології побудови системи дистанційної освіти шляхом розробки вищеназваних методів з метою підвищення якості знань, як одного з найважливіших показників ефективності навчання, є актуальною науково-прикладною задачею, що потребує подальших теоретичних та експериментальних досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Науково-дослідна робота за темою дисертації проводилася відповідно до планів навчальної та науково-дослідної роботи ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», зокрема в рамках тем «Теоретичні та методологічні основи розробки автоматизованих систем передачі та контролю знань» (номер державної реєстрації 0112U000063) та «Розробка адаптивної системи передачі знань нового

покоління на базі багатопараметричної моделі студента» (номер державної реєстрації 0112U000472).

Метою дисертаційної роботи є підвищення якості дистанційного навчання шляхом розробки методів та інструментальних засобів побудови адаптивної автоматизованої системи.

Відповідно до поставленої мети дисертаційна робота включає розв'язання таких завдань:

- виконати аналіз прикладної області існуючих систем дистанційної освіти, методів, моделей та інструментальних засобів розробки;
- розробити структурну модель навчальної системи на основі формалізації моделей предметної області, користувача та тестового контролю;
- розробити метод оцінки результатів тестового контролю рівня якості знань із застосуванням теорії мультимножин;
- розробити метод групування студентів шляхом використання матриці прецедентів для вибору адаптованого сценарного рішення;
- розробити інформаційну технологію побудови адаптивного навчального модуля на основі методу різномірного алгоритмічного квантування знань;
- розробити інструментальний засіб програмної реалізації побудованого адаптивного модуля та впровадити його в загальну структуру комп'ютерної системи навчання;
- провести верифікацію побудованої навчальної системи та оцінити ефективність застосування запропонованих інструментальних засобів та алгоритмів.

Об'єкт дослідження – процеси навчання та контролю якості навчання в автоматизованих комп'ютерних системах ДО.

Предмет дослідження – методи, моделі, інструментальні засоби та інформаційні технології для автоматизованої системи ДО.

Методи дослідження. У процесі розробки методів та інструментальних засобів побудови адаптивної системи використані методи теорії графів, метод різномірових алгоритмічних квантів знань, матричний метод, метод прецедентів, квантово-мультимножинна теорія формалізації навчального контенту, апарат математичної логіки та сучасні веб-технології.

Наукову новизну дисертаційного дослідження складають:

1. Вперше розроблено:

- метод оцінки результатів тестового контролю рівня навчання по набору квантів знань, який на відміну від існуючих ґрунтується на теорії мультимножин, що дає можливість визначити глибину засвоєння кванта;
- метод групування студентів, який відрізняється від відомих тим, що побудований на основі обробки матриці прецедентів методами кластерного аналізу та дозволяє не тільки віднести студента до окремого класу, але й вибрати адаптований до нього сценарний приклад.

2. Отримав подальший розвиток метод різномірного алгоритмічного квантування інформації шляхом застосування засобів алгебри скінченних предикатів, що дозволило представити інформаційні кванти у вигляді матриці прецедентів та на цій основі виконати формалізацію моделей системи дистанційної освіти.

3. Вдосконалено інформаційну технологію вибору адаптивного рішення по індивідуальній навчальній траєкторії, побудовану на основі методу оцінки результатів тестового контролю і методу групування студентів, що забезпечує підвищення якості навчання.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

1. Розроблено спосіб обробки матриць із використанням математичної тризначної логіки, що дозволяє підвищити швидкодію обчислення номера навчального режиму та генерувати навчальні кванти на основі математичних методів представлення структури знань і автоматично нарощувати індивідуалізований адаптивний контент.

2. Виконано формалізацію моделі адаптивного навчання розробленого методу групування студентів побудовою часових епюр, що забезпечило покращення засвоєння нових знань врахуванням параметрів ваги, тривалості та ступеня вивчення кванта.

3. Розроблено інструментальний засіб для проведення розрахунків результатів тестового контролю та реалізовано програмний модуль на мові програмування PHP із застосуванням системи управління базами даних MySQL, що дає можливість адаптувати розроблений програмний продукт під діючі системи у вигляді окремих модулів і розгортати його на будь-якій платформі, що підтримує виконання PHP-скриптів та надає доступ до MySQL.

4. Виконано верифікацію розробленого програмного забезпечення в умовах діючого навчального процесу, яка підтвердила адекватність розроблених методів та високу ефективність функціонування адаптивної системи у вищому навчальному закладі, що засвідчено відповідними актами впровадження.

Теоретичні та практичні результати роботи використано та впроваджено в навчальний процес ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» на кафедрі інформаційних технологій при вивченні дисциплін «Бази даних та інформаційні системи» і «Практикум на ЕОМ» для студентів спеціальностей 6.040302 «Інформатика» та 6.040201 «Математика».

Обґрунтованість і достовірність наукових положень та висновків. Наукові положення і висновки дисертації обґрунтовані коректним використанням математичного апарату, експериментальними дослідженнями, моделюванням та програмною реалізацією методів та інструментальних засобів побудови адаптивної системи дистанційної освіти.

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати дисертаційної роботи отримані автором особисто. В роботах, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належить: [1] – розроблено технологію побудови індивідуальної адаптивної траєкторії навчання на базі методу різнорівневого алгоритмічного квантування знань; [2] – розроблена модель побудови адаптивної моделі із використанням режимів навчання; [3] – досліджено особливості застосування механізму формування сценарних прикладів для побудови алгоритму навчання; [4] – розроблено модуль верифікації сценарних прикладів; [5] – побудовано структурну модель предметної області на основі квантового розбиття навчального контенту; [6] – розроблено метод обробки матриць із використанням математичної тризначної логіки.

Апробація роботи і публікації. Основні положення і результати дисертаційного дослідження доповідались та обговорювались на міжнародних науково-практичних та науково-методичних конференціях: «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика» (м. Київ, 2010 р.); «Штучний інтелект. Інтелектуальні системи» (снт. Кацивелі, АР Крим, 2010 р.); «Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі» (м. Львів, 2010 р.); «Медична та біологічна інформатика і кібернетика» (м. Київ, 2010 р.); «Медична та біологічна інформатика і кібернетика» (м. Київ, 2011 р.); «Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2011» (м. Чернігів, 2011 р.); «Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи)» (м. Черкаси, 2011 р.); «Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі» (м. Львів, 2011 р.); «Системний аналіз і інформаційні технології – SAIT 2012» (м. Київ, 2012 р.); «Сучасні інформаційні технології в дистанційній освіті» (м. Івано-Франківськ, 2012 р.); «ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2012» (м. Вінниця, 2012 р.); «Системний аналіз і інформаційні технології – SAIT 2013» (м. Київ, 2013 р.); «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика» (м. Київ, 2013 р.); «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (м. Черкаси, 2014 р.); «Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, енергетики, економіки, моделювання та управління» (м. Тернопіль, 2014 р.); «Теорія прийняття рішень» (м. Ужгород, 2014 р.); «Досвід розробки та застосування приладо-технологічних САПР в мікроелектроніці» (м. Львів, 2015 р.); «Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи)» (м. Черкаси, 2015 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 26 друкованих праць, з них 8 статей опубліковані в фахових наукових виданнях (в тому числі – дві одноосібні, одна в міжнародній науково-метричній базі Ulrich's Periodicals Directory та одна в міжнародній науково-метричній базі Index Copernicus), 18 матеріалів доповідей на всеукраїнських та міжнародних науково-технічних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи складає 173 сторінки, з них 136 сторінок основного тексту, 61 рисунок, 30 таблиць. Список використаних джерел включає 123 найменування, додатки представлені на 23 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено об'єкт, предмет і цілі дослідження, сформульовано завдання і методи їх досягнення, наведено відомості про зв'язок роботи з науковими темами та навчальними планами. Розкрито наукову новизну і практичну цінність роботи, вказано на впровадження отриманих результатів, їх апробацію та публікації з розкриттям особистого внеску здобувача.

У **першому розділі «Методи та інструментальні засоби розробки адаптивних систем дистанційної освіти»** виконано аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку адаптивних навчальних систем ДО; проведено систематизацію

моделей, методів, технологій та інструментальних засобів розробки технологічної структури адаптивної навчальної системи.

Встановлено, що існуючі адаптивні системи побудовані тільки для дослідження методів адаптації навчального процесу; моделі, на основі яких вони розроблені, не дають можливості представити змістовні пояснення отриманих тверджень та висновків, оскільки: вони тільки описують послідовність кроків, що використовуються в процесі пошуку рішення; технології побудови не враховують процесів самонавчання системи, так як для підтримки їхнього діючого стану необхідне постійне втручання в базу даних інженерів по знаннях. Такі навчальні системи використовують методи побудови традиційних систем ДО і не здатні організувати індивідуальний підхід до процесу здобуття нових знань.

Обґрунтовано перспективні методи та технології побудови адаптивної дистанційної системи та виконано постановку задачі дослідження.

У другому розділі «Розробка структурної моделі навчальної адаптивної системи» досліджено особливості та вдосконалено структурну модель комп'ютеризованої системи, перевагами якої є опрацювання поточних результатів засвоєних знань та розширення функцій адаптивного модуля системи (рис. 1).

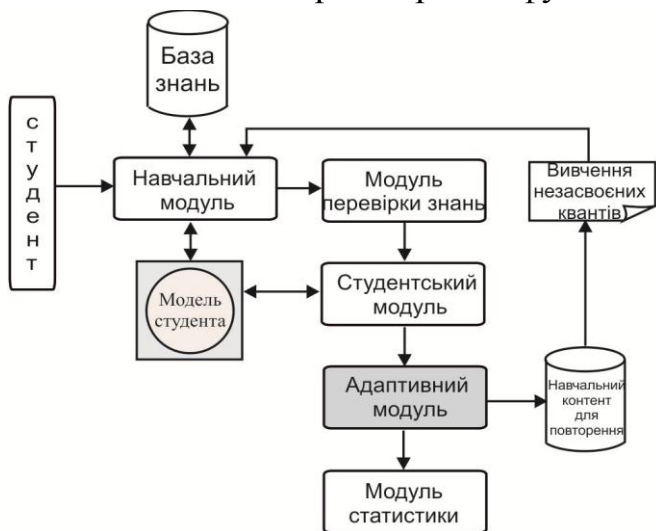


Рис. 1. Структурна схема адаптивної системи

Особливості моделі:

- індивідуалізація навчальної діяльності (диференціація темпу навчання, складності навчальних квантів, тип представлення кванта);
- можливості вільного вибору власної стратегії і тактики навчання;
- наявність інтерактивного зв'язку системи «викладач-студент»;
- об'єктивна організація процесу адаптивного навчання для досягнення необхідного рівня знань;
- використання диференційованого підходу.

Запропоновано онтологічну модель навчального курсу на рівні найменших змістовних одиниць інформації (квантів), що побудована на основі семантичної мережі фреймів. Така модель задається трьома підмножинами: понять, зв'язків між ними та функціями інтерпретації.

У формалізованому виді математична модель навчального курсу S побудованої онтології представлена кортежем $S = \{R, T, K\}$, де R – верхній рівень ієрархії, що відображає представлення матеріалу на рівні розділів; T – рівень ієрархії, що визначає представлення матеріалу на рівні тем; K – рівень ієрархії представлення матеріалу на рівні квантів (терміни, означення, аксіоми, теореми і т.д.).

У вершинах мережі знаходяться інформаційні одиниці предметної області – кванти, а в ребрах – усі відношення між квантами (рис. 2).

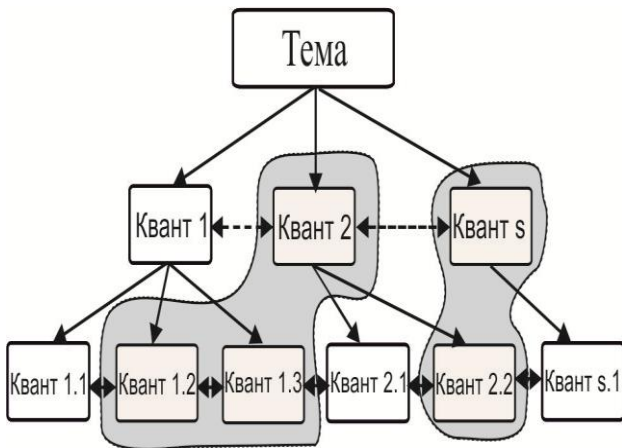


Рис. 2. Онтологічна модель навчального курсу

В онтологічній моделі недостатньо досліджуються змістовні зв'язки між квантами, тому розроблено графову модель предметної області (рис. 3).

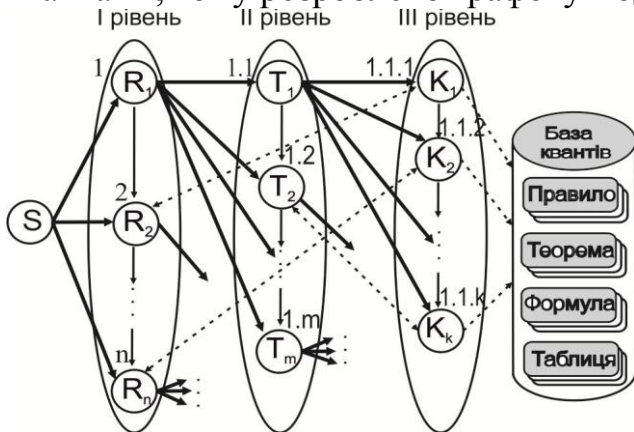


Рис. 3. Графова модель навчального курсу

Розроблено структуру моделі студента, яка враховує як індивідуальні характеристики, початковий рівень знань з навчального курсу, так і поточні навчальні успіхи, досягнуті під час засвоєння нових знань (рис. 4).

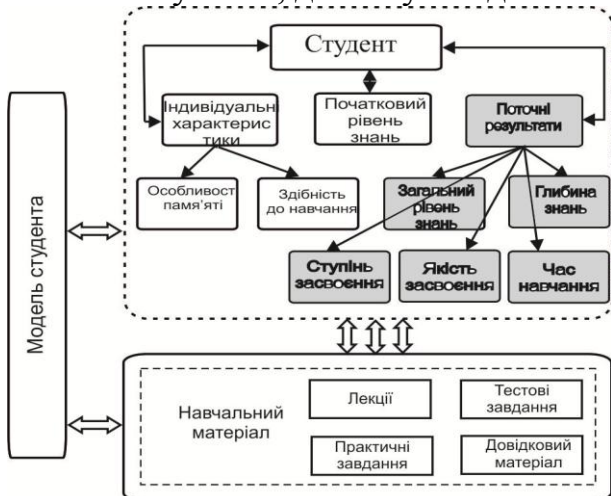


Рис. 4. Структурна модель студента

Досліджено процеси взаємодії студента та викладача (адаптивного модуля) під час проведення дистанційного навчання (рис. 5).

Окремий квант представлено фреймом, слоти якого містять атрибути кванта

$$K = [(Y_1, x_1), (Y_2, x_2), \dots, (Y_n, x_n)],$$

де K – ім'я кванта; Y_i – атрибути слотів; x_i – значення слотів.

Переваги запропонованої моделі:

- створення словника термінів;
- фіксація логічних взаємозв'язків між інформаційними квантами;
- побудова правил управління поняттями предметних знань.

Графова модель дозволяє вирішити наступні задачі:

- зручне програмне представлення ієрархії квантів;
- забезпечення оптимізованого чергування між процесами виконання операцій та засвоєння нових квантів знань;
- адаптивна направленість навчального матеріалу в межах окремої теми (лекції);
- деталізація квантів через встановлення семантичних зв'язків.

Загальна математична модель знань користувача представлена кортежем:

$$Mu = \{Su_1, Su_2, \dots, Su_n\},$$

де Su_i – модель вивчення i -ої теми, причому

$$Su_i = \{MSu, Th\},$$

де MSu – узагальнена модель теми, що вивчається; Th – множина моделей тем Th_i окремого предмета: $Th = \{Th_1, Th_2, \dots, Th_m\}$.

Узагальнена модель $MSu = \{P_1, P_2, \dots, P_k\}$, де P_i – кількісний чи якісний параметр засвоєних знань.

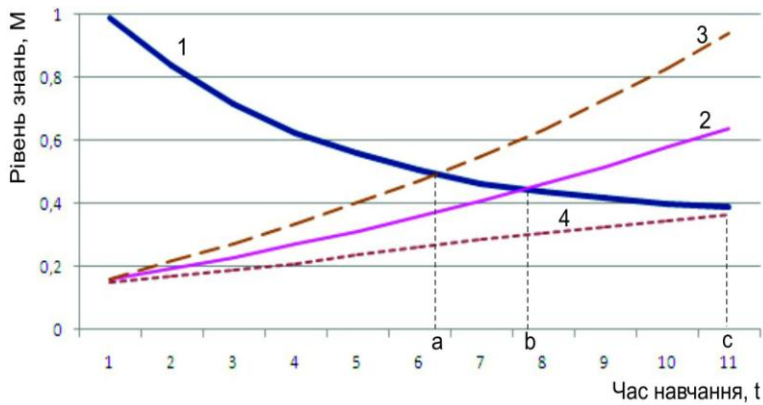


Рис. 5. Графік адаптивно-навчальної взаємодії системи «викладач-студент»

В основу моделі тестування покладена квантово-фреймова побудова предметної області, а також класифікація тестових завдань відповідно до способу перевірки результатів засвоєння навчальної одиниці інформації (рис. 6).

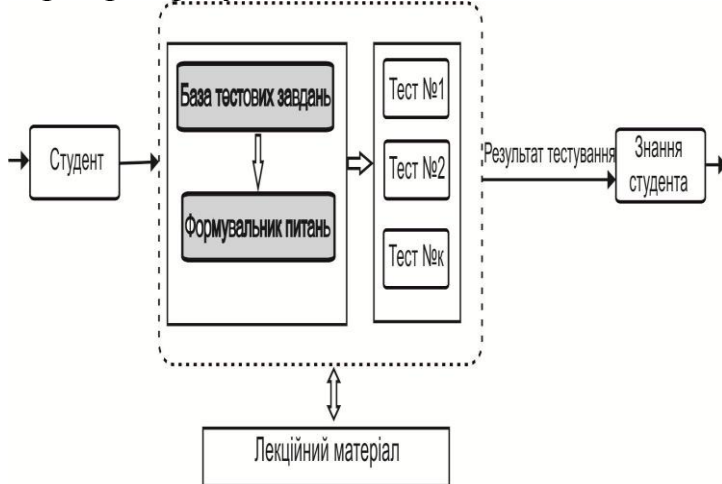


Рис. 6. Структура модуля тестування

Для визначення загальної оцінки рівня знань студента розроблено алгоритм, що ґрунтується на аналізі результатів проходження тестових завдань. Алгоритм описується кортежем:

$$F_{\text{АЛГ}} = \left\{ \begin{array}{ll} F_1, & (k_1, k_2, \dots, k_n) \text{ де } k_1, k_2, \dots, k_n \text{ — множина незасвоєних квантів;} \\ F_2, & (b_1, b_2, \dots, b_l) \text{ } b_1, b_2, \dots, b_l \text{ — множина квантів, що знаходяться на вищих} \\ F_3, & (h_1, h_2, \dots, h_s) \text{ рівнях ієрархії по відношенню до квантів } k_1, k_2, \dots, k_n; \\ & h_1, h_2, \dots, h_s \text{ — множина квантів, визначених за семантичними зв'язками.} \end{array} \right.$$

Запропоновані моделі складають основу для побудови структури адаптивної системи та розробки інструментальних засобів, а також дозволяють оцінити системні характеристики програмно-апаратних засобів їх реалізації.

У третьому розділі «Розробка та дослідження методів та алгоритмів адаптивного управління навчальним процесом» розглянуті методи та алгоритми побудови адаптивного навчального модуля.

Розроблений метод групування студентів побудовано на основі матриці прецедентів, що дозволяє проаналізувати функціональні залежності між вхідними та

Запропонована модель дозволяє врахувати рівень початкових знань під час проведення ДН та відображає процеси виконання функцій адаптивного модуля, пов'язані з отриманням, обробкою поточних навчальних результатів і прийняттям рішень про внесення коректив у подальшу організацію навчального процесу.

Перевагами моделі є:

- простота формування бази тестових завдань;
- природна відповідність між тестовими завданнями та квантами інформації;
- зручність у розширенні тестових наборів;
- можливість використання різних типів завдань;
- прив'язаність тестових завдань виключно до теоретичного матеріалу, що вивчається.

вихідними параметрами навчального процесу, в результаті чого система адаптується до поточного рівня навченості студента.

Метод доцільно представити інформаційною технологією конвеєрного виконання функціоналів:

$$F_{AH} = F_1(t) \Rightarrow F_2(t) \Rightarrow F_3(t) \Rightarrow F_4(t) \begin{cases} [j = j+0, X_j \neq \{X_i, X_{i-1}, \dots, X_{i-j}, \dots, X_{i-n}\}], \\ [j = j+1, X_j \equiv \{X_i, X_{i-1}, \dots, X_{i-j}, \dots, X_{i-n}\}] \end{cases}$$

де $X_i \rightarrow F_1[X_i, X_{i-1}, \dots, X_{i-j}, \dots, X_{i-n}]$ (1) – вхідні параметри, що описуються масивом прецедентів X_i ; $G_i \rightarrow F_2[G_1, G_2, \dots, G_l]$ – вихідні параметри, що відображають початковий рівень знань; $P_i \rightarrow F_3[P_1, P_2, \dots, P_k]$ – вихідні параметри, що представляють результати поточних знань;

$X_i \equiv X_{i-j} = F_4 \begin{bmatrix} 1, & j = j+0 \\ 0, & j = j+1 \end{bmatrix}$ – функціонал адаптації, де 1 – наявність прецедента X_i в масиві (1), 0 – відповідно відсутність прецедента X_i в масиві (1); $j = j+1$ нарощення бази прецедентів.

Запропонований метод побудови адаптивної моделі відрізняється від відомих аналогів розширеними функціональними можливостями. Це пов'язано з тим, що в процесі ідентифікації моделі студента, представленій векторними кортежами, відбувається інкрементне розширення бази прецедентів через відсутність співпадання поточного вектора студентської моделі з векторами, які описують окремих прецедент.

При цьому продовження навчального процесу відбувається в одному з трьох режимів: перенавчання, донавчання та навчання. Кожен із режимів представлений множиною прецедентів, які дозволяють індивідуалізувати та диференціювати процес засвоєння знань. Це описується системою кортежів:

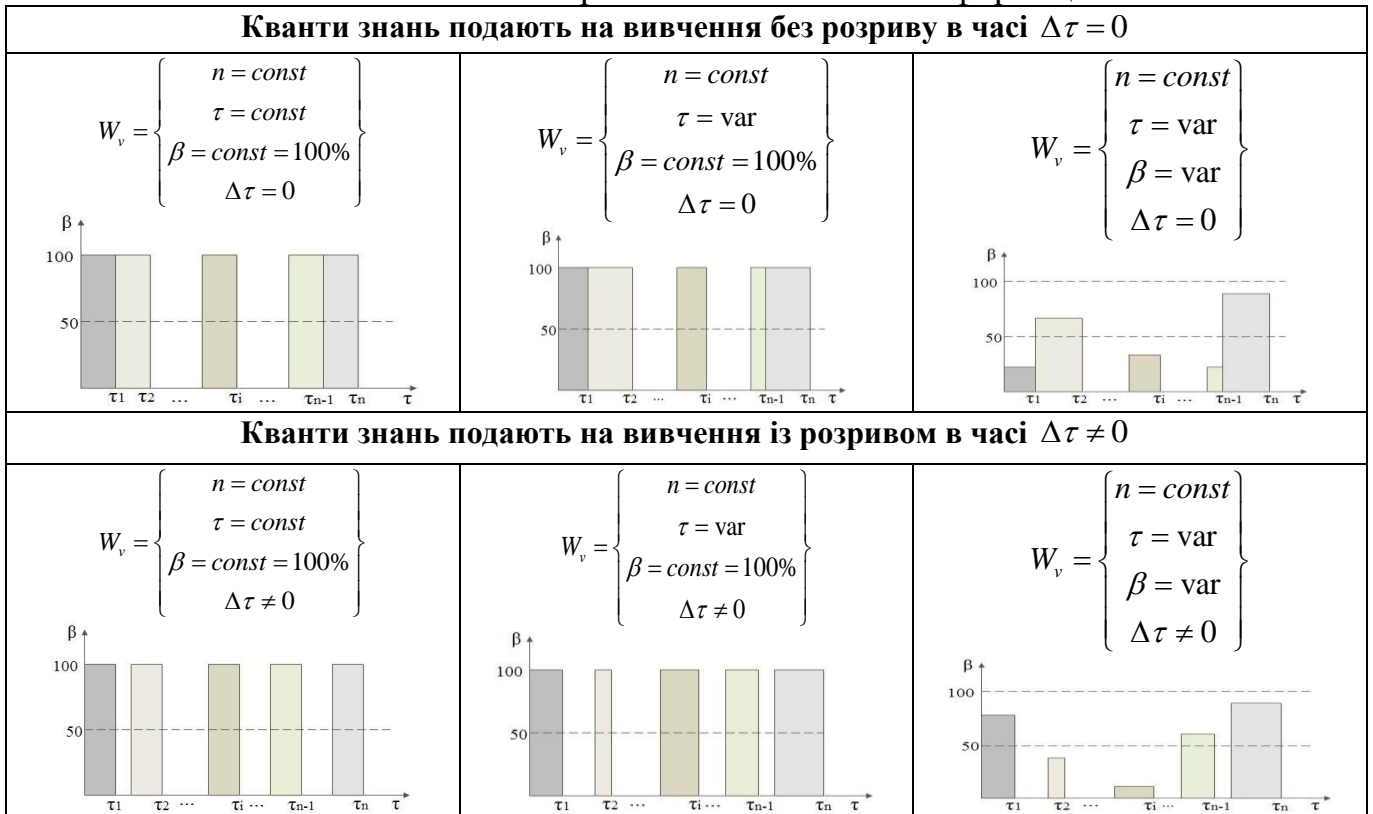
$$(R_1 - R_3) = \begin{cases} R \in R_1, & (n_1, n_2, \dots, n_k) \\ R \in R_2, & (m_1, m_2, \dots, m_l) \\ R \in R_3, & (g_1, g_2, \dots, g_r) \end{cases}$$

де n_1, n_2, \dots, n_k – послідовність навчальних кроків для забезпечення виконання режиму перенавчання; m_1, m_2, \dots, m_l – послідовність навчальних кроків для забезпечення виконання режиму донавчання; g_1, g_2, \dots, g_r – відповідно послідовність навчальних кроків для забезпечення виконання режиму навчання; R_1, R_2, R_3 – відповідно режим перенавчання, донавчання та навчання.

Описаний підхід дозволяє інтегрувати знання, представлені в предметній області, в механізм синтезу рішення щодо можливого вибору напрямку продовження навчального процесу. Це дає можливість, у порівнянні з відомими методами, прискорити процес вивчення студентом окремих порцій інформації та підвищити якість навчання.

Процедури вивчення нової порції знань формалізовано на основі запропонованих часових епюр засвоєння квантів інформації (табл. 1).

Часові епюри засвоєння квантів інформації



Кванти знань за часовими епюрами визначаються згідно вагового зваженого коефіцієнта вибіркового математичного сподівання M_v :

$$\Delta\tau = 0: M_v = \frac{1}{n} \sum_i^n k_i \beta_i;$$

де k_i – вага кванта, β_i – фактичний відсоток засвоєння кванта, n – кількість квантів; m –

$$\Delta\tau \neq 0: M_v = \frac{1}{n} \sum_i^n \frac{k_i \beta_i}{\tau_i}$$

загальний час вивчення; $\tau_i = \frac{m}{n}$.

Проведений аналіз епюр засвоєння квантів інформації дає можливість систематизувати випадки засвоєння навчального контенту відповідно до ваги, тривалості та ступеня вивчення кванта, що вдосконалює навчальний процес шляхом підвищення інформаційної наповненості квантів.

Розроблений метод оцінки результатів тестового контролю рівня навчання ґрунтується на теорії мультимножин, що дозволяє представити окремі тестові завдання у вигляді:

$$t_1 \rightarrow T_1 = \{k_1^{r_1}, k_2^{r_2}, \dots, k_k^{r_k}\}, t_2 \rightarrow T_2 = \{k_1^{l_1}, k_2^{l_2}, \dots, k_k^{l_k}\}, \dots, t_n \rightarrow T_n = \{k_1^{m_1}, k_2^{m_2}, \dots, k_k^{m_k}\},$$

де t_1, t_2, \dots, t_n – набори тестових завдань; T_1, T_2, \dots, T_n – мультимножини, що відповідають наборам t_i ; $k_i, i=1, 2, \dots, k$ – множина квантів; $r_j, j=1, 2, \dots, k$ – кратності повторень тестових питань, що перевіряють засвоєння кванта k_i в T_1 ; $l_j, j=1, 2, \dots, k$ – кратності повторень тестових питань, що перевіряють засвоєння кванта k_i в T_2 ; $m_j, j=1, 2, \dots, k$ – відповідно кратності повторень питань стосовно кванта k_i в T_n .

Запропонований метод по відношенню до відомих дає можливість автоматизованій системі визначити глибину засвоєння кванта та покращити інформаційну технологію організації та проведення адаптивного навчання.

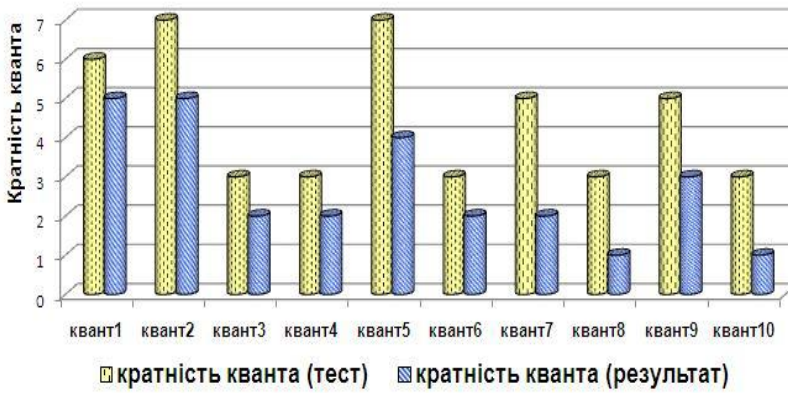


Рис. 7. Діаграма нормування мультимножин

У результаті застосування запропонованого методу побудовано діаграми (рис. 7). Це дозволило шляхом нормування кратності мультимножини, яка відповідає тестовому набору та результуючої мультимножини негативних відповідей, встановити глибину вивчення окремої порції інформації.

Розроблена модель сценарного прикладу проілюстрована в табл. 2. Кожен

Таблиця 2 рядок таблиці представлений продукційним правилом, що

Модель сценарних прикладів

ЯКЩО				ТО
P_1	P_2	...	P_i	$R_j, j=1,2,3$
C	H	...	H	$R_1 \rightarrow a$
...				...
C	B	...	C	$R_2 \rightarrow b$
...				...
B	C	...	B	$R_3 \rightarrow c$

відображає взаємозв'язки між значеннями параметрів P_i студентської моделі (P_i може мати по три терми з проміжку $[0..1]$: «низький» – $[0..0,4)$, «середній» – $[0,4..0,8)$, «високий» – $[0,8..1]$) та значеннями імплікації $R_j (a, b, c \in [0..1])$, що відповідає ймовірності прийняття рішення про вибір режиму навчання R_j .

Запропонована модель дає можливість відобразити поточний рівень засвоєних знань у вигляді матриці, клітинки якої моделюють факти та навички, здобуті під час проведення навчального процесу.

У результаті аналізу сценарних прикладів для автоматизації обробки матриць запропоновано метод різнорівневого алгоритмічного квантування знань. Показано, що для вирішення практичної задачі структурування навчального контенту достатньо використовувати термінальні кванти трьох рівнів: 0-го рівня (число, символ) – κ_0 , 1-го рівня (вектор) – κ_1 , 2-го рівня (матриця) – κ_2 .

Беручи до уваги те, що кожен з параметрів P_i визначений на множині $\{B, C, H\}$, відповідні кванти для досліджуваної задачі мають вигляд:

$$0\text{-го рівня: } k_{0,i} = [P_{i1}|B], k_{0,i_2} = [P_{i2}|C], \dots, k_{0,i_k} = [P_{ik}|H];$$

$$1\text{-го рівня: } k_{1,i} = [P_{i1}|B : P_{i2}|C : \dots : P_{ik}|H];$$

$$2\text{-го рівня: } k_{2,R_j} = \begin{bmatrix} P_1|C : P_2|H : \dots : P_i|H : R_1(\rightarrow) = a \\ \dots \\ P_1|C : P_2|B : \dots : P_i|C : R_2(\rightarrow) = b \\ \dots \\ P_1|B : P_2|C : \dots : P_i|B : R_3(\rightarrow) = c \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Запропонований підхід до побудови інформаційних квантів на базі методу різнорівневого алгоритмічного квантування знань дозволяє сформувати математичну структуру матриці прецедентів із врахуванням початкового рівня знань та індивідуальних характеристик студента. Перевага даного методу полягає в тому, що предикатно-аналітична і векторно-матрична форма представлення сценарних прикладів дає можливість виконати машинну обробку квантів інформації засобами алгебри скінченних предикатів та здійснити кластеризацію студентів на основі матриці прецедентів.

У результаті проведених експериментальних досліджень різних навчальних груп та студентів кожен параметр P_i проаналізований з точки зору впливу на загальний рівень знань студента та ступінь зв'язку з іншими параметрами. Внаслідок цього визначено структуру відношень кожного класу (побудована матриця близькості між окремими класами) та ймовірності прийняття рішення про вибір режиму перенавчання R_1 , донавчання R_2 чи навчання R_3 . Це забезпечило реалізацію побудови індивідуальної траєкторії студента по 5-ти групах з вибором найбільш адаптованого сценарного прикладу.

Розроблено метод групування, реалізований згідно теоретичних засад тризначної математичної логіки. Оскільки у розробленій системі рівень оволодіння навчальним матеріалом визначається на основі аналізу 5-ти параметрів P_i (де P_1 – загальний рівень засвоєння навчального матеріалу, P_2 – глибина знань; P_3 – ступінь засвоєння матеріалу; P_4 – якість засвоєння матеріалу; P_5 – час, витрачений на навчання), кожен з яких приймає значення з множини $M = \{B, C, H\}$, то вводиться означення тризначного предиката P на множині M у вигляді 5-місної функції. В такому випадку окреме прецедентне рішення представляється у вигляді:

$$P_i(H_1, H_2, C_3, C_4, H_5), P_{i+1}(C_1, C_2, B_3, B_4, C_5), P_{i+2}(B_1, C_2, C_3, B_4, B_5) \text{ і т. д.} \quad (3)$$

Для проведення математичного опрацювання визначеної тризначної логіки квант 2-го рівня (2), побудований на основі предикатів (3), представлено у спрощеній формі

$$\left[\begin{array}{c} H_1 \wedge H_2 \wedge C_3 \wedge C_4 \wedge H_5 | R_1 \\ \dots \\ C_1 \wedge C_2 \wedge B_3 \wedge B_4 \wedge C_5 | R_2 \\ \dots \\ B_1 \wedge C_2 \wedge C_3 \wedge B_4 \wedge B_5 | R_3 \end{array} \right]$$

та побудовано аналог досконалої диз'юнктивної нормальної форми:

$$H_1 H_2 C_3 C_4 H_5 | R_1 \vee \dots \vee C_1 C_2 B_3 B_4 C_5 | R_2 \vee \dots \vee B_1 C_2 C_3 B_4 B_5 | R_3.$$

Беручи до уваги правило виконання кон'юнкції у двозначній логіці $(a \wedge b) = \min(a, b)$, емпірично визначено кон'юнктивні правила для означеної модифікованої тризначної логіки:

$$|\alpha_{ik} \wedge \alpha_{jk}| = \begin{cases} 1, & |i-j|=0 \\ 2/3, & |i-j|=1 \\ 1/3, & |i-j|=2 \end{cases}, \text{ де } i, j \in \{1, 2, 3\}; k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}; \text{ причому } H \rightarrow \alpha_1, C \rightarrow \alpha_2, B \rightarrow \alpha_3.$$

Це дозволило побудувати групові залежності переходів та спростити процес реалізації системи шляхом переведення студентів з нижчих класів у вищі (рис. 8).

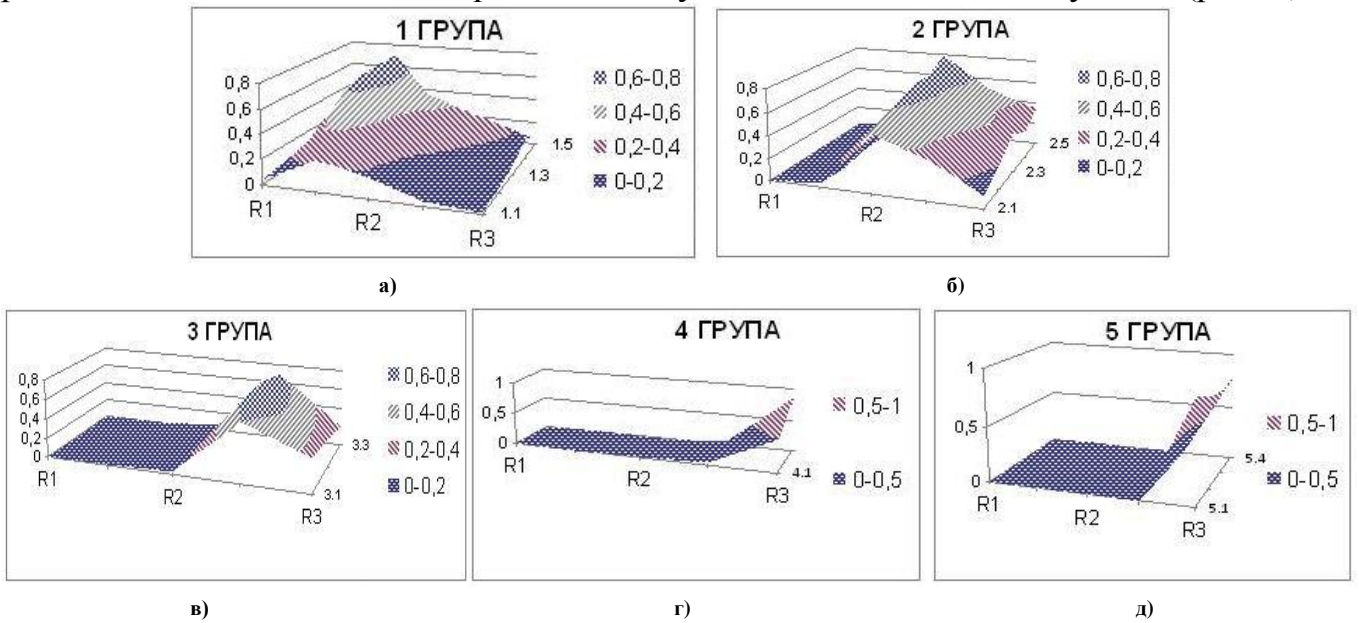


Рис. 8. Групове представлення кластеризації студентів

На основі розроблених методів і моделей реалізовано блок-схеми адаптивного алгоритму та алгоритму мультимножинного аналізу (рис. 9, 10).

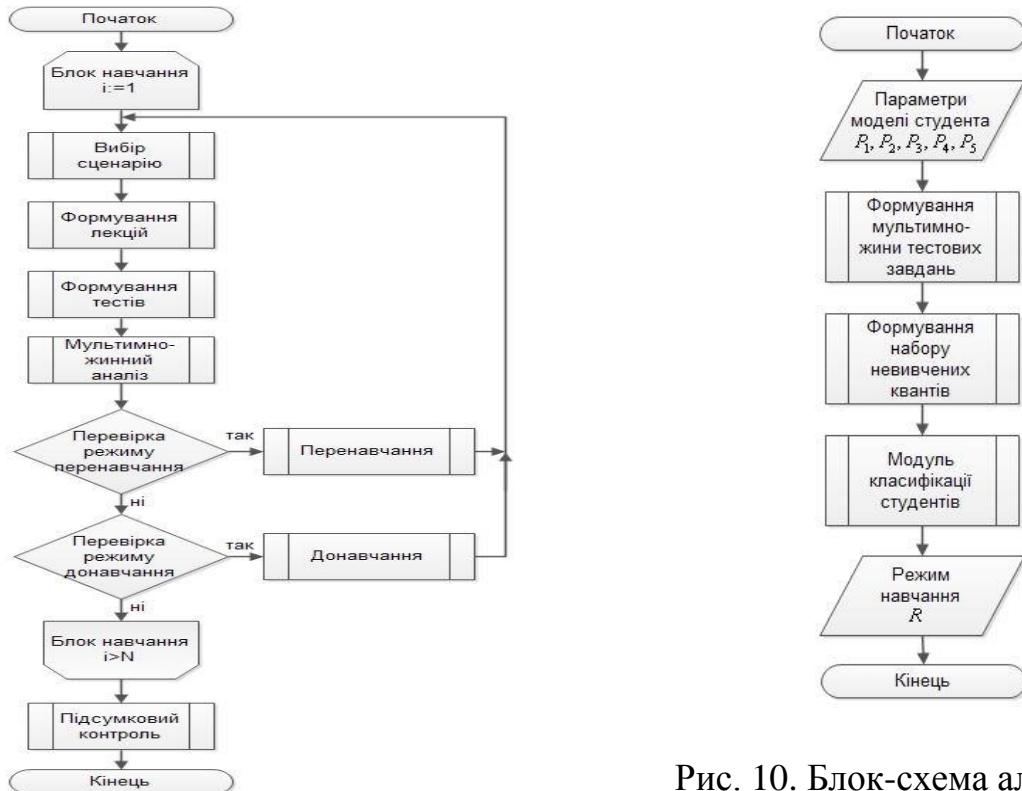


Рис. 10. Блок-схема алгоритму мультимножинного аналізу

Рис. 9 . Блок-схема адаптивного алгоритму

Розроблені алгоритми дозволяють навчальній системі формувати та динамічно змінювати безпосередньо в процесі навчання структуру та форму представлення навчального матеріалу для кожної групи студентів.

У четвертому розділі «Інформаційна технологія дистанційного навчання на основі розроблених методів та інструментальних засобів» реалізовано програмний модуль на мові програмування PHP із застосуванням системи управління базами даних MySQL і розроблено інтерфейс взаємодії користувача та системи (рис. 11).

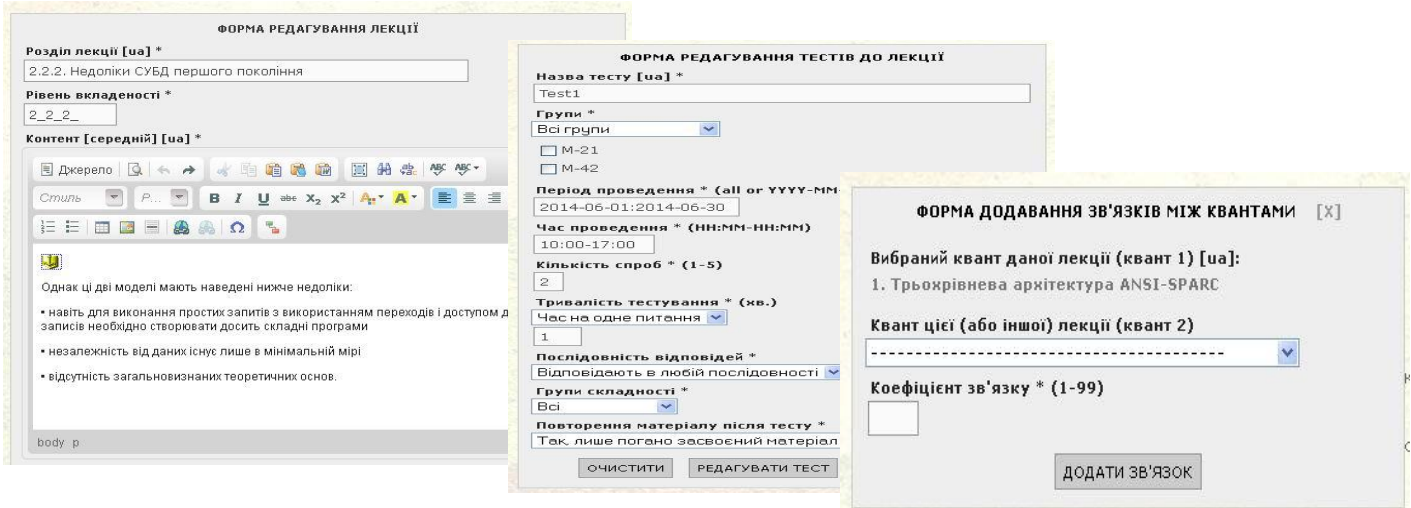


Рис. 11. Графічний інтерфейс програмної реалізації

Програмну обробку результатів тестування на основі параметрів студентської моделі виконано в інструментальному засобі, реалізованому на мові Delphi (рис. 12). Використання даного засобу дозволяє шляхом застосування математичного апарату тризначної логіки автоматично обчислити групу кластеризації студентів та побудувати навчальну траєкторію на основі незасвоєних інформаційних квантів.

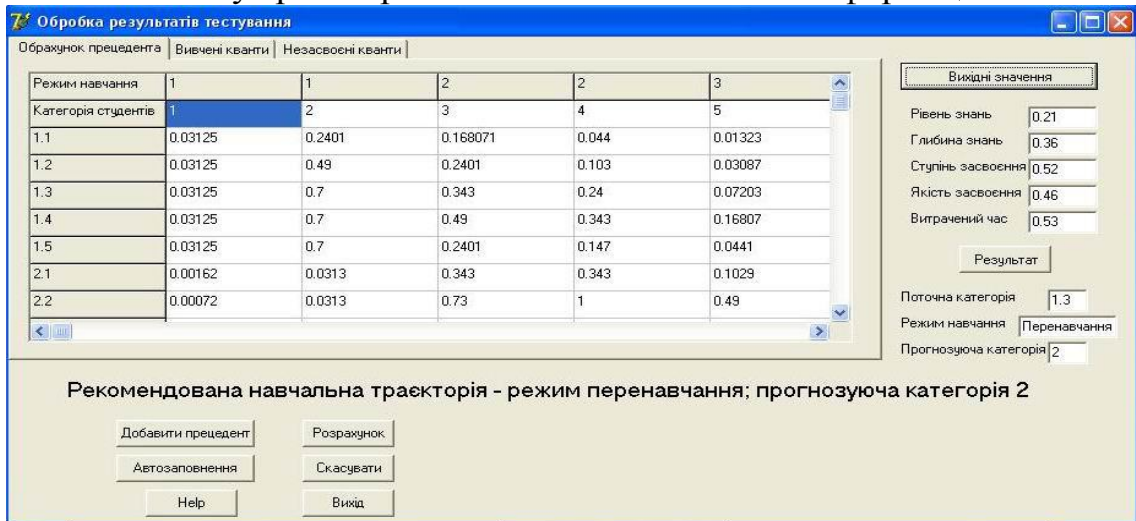


Рис.12. Вікно програмної обробки результатів навчання

Ефективність розробленої адаптивної системи підтверджено експериментом, у якому взяли участь студенти 8-ми груп денної форми навчання за напрямками «Математика» та «Інформатика». Дослідження тривало упродовж 4-х семестрів відповідно до навчальної програми вивчення дисциплін «Бази даних та інформаційні системи» і «Практикум на ЕОМ». Статистичні обчислення виконані на основі вибірки результатів навчання 3-ох груп за перший семестр 2013/2014 н. р. та 3-ох інших груп за перший семестр 2014/2015 н. р.: двох контрольних, перша з яких проходила навчання у класичній дистанційній системі Moodle, а друга – в

адаптивній системі дистанційного навчання та контролю знань EduPro (впроваджена в навчальний процес Прикарпатського національного університету); третя експериментальна група – у розробленій адаптивній системі Adaptive Learning System (ALS).

Порівняння вибірок студентів до експерименту відповідно до визначеного рівня знань у всіх групах проведено із використанням t-критерію Стюдента та критерію χ^2 (табл. 3).

Таблиця 3

Таблиця розрахунків порівняння статистичних результатів

Навчальна система	К-ть студентів	Середнє арифметичне рівня знань, M	Стандартне відхилення, δ	К-ть степенів свободи	Стандартні похибки середнього арифметичного	t-критерій	Критерій χ^2
Moodle	30	0,74	0,097	4	0,018	0,88	0,27
ALS	29	0,72	0,105				
EduPro	28	0,71	0,102	4	0,020	0,37	0,63
ALS	29	0,72	0,105				

Розрахунок статистичних критеріїв t-критерію Стюдента та критерію χ^2 показали, що емпіричні значення критеріїв менші їх табличних значень. Тому приймається нульова гіпотеза про схожість вибірки навчальних груп, оскільки різниця між рівнями знань студентів, що беруть участь в експерименті, статистично незначна.

За результатами експерименту перегруповуються оцінки за деякими категоріями, причому по-різному для різних груп (рис. 13).

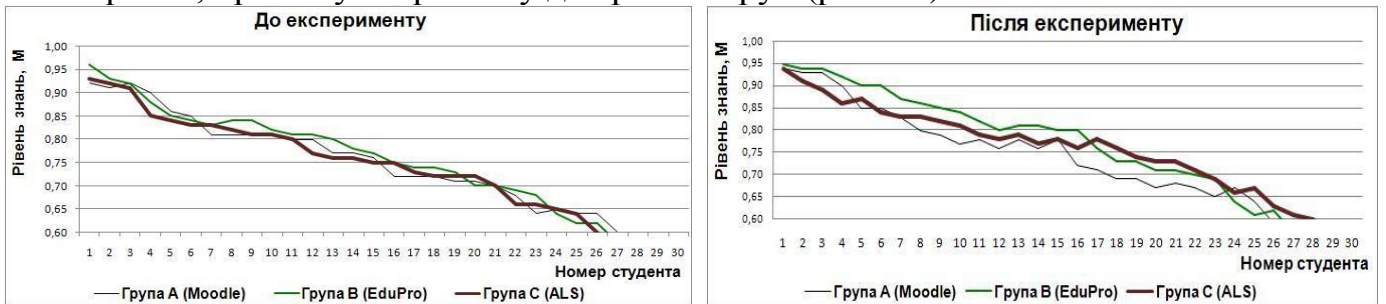


Рис. 13. Розподіл рівня знань студентів контрольних та експериментальної груп

Результуючі дані вибірок згруповано в статистичні ряди, що складаються з п'ятьох категорій (відповідно до міжнародної шкали оцінювання ECTS) (рис. 14).



Рис. 14. Розподіл рівня знань студентів по категоріях

Згідно отриманих результатів визначено якість знань студентів μ в навчальних групах до та після експерименту за формулою $\mu = \frac{N_A + N_B + N_C}{N} \cdot 100\%$, де N_A, N_B, N_C – кількість студентів відповідно до категорій «відмінно» (А), «дуже добре» (В), «добре» (С); N – загальна кількість студентів в групі.

Отримані розрахунки дозволили встановити, що: під час навчання за системою Adaptive Learning System якість знань студентів збільшилась на 12-15 %; розроблена адаптивна система є найбільш ефективною для навчання студентів із середнім та низьким початковим рівнем знань (студенти категорій Е, D і С), які складають близько 60-70 % від загальної кількості студентів в групі.

Математичне моделювання визначення успішності студентів виконано із застосуванням теорії автоматичного управління на основі перехідних функцій 1-го і 2-го порядків та функції з транспортним запізненням (рис. 15).

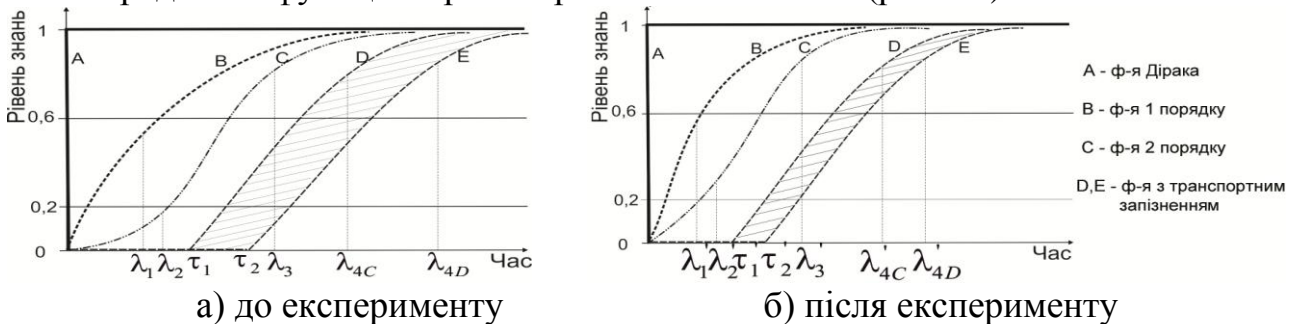


Рис. 15. Представлення навчальних траєкторій до та після експерименту

Використання інформаційної технології із визначення числа категорій (А, В, С, D, Е) дозволяє творчо підійти до підготовки студентів із різним поділом на групи шляхом вибору відповідної технології адаптації та дає можливість реалізувати індивідуальний підхід з врахуванням початкового рівня знань студента та швидкості опрацювання поточної навчальної інформації.

Це дозволяє розширити розроблену модель комп'ютеризованої системи шляхом врахування перехідних функцій та усунути недоліки відомих системах дистанційної освіти.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі поставлена та вирішена задача підвищення якості дистанційного навчання шляхом розробки адаптивної системи, побудованої на основі нових інформаційних технологій із застосуванням математичних методів та інструментальних засобів.

Проведені дослідження дозволили зробити такі висновки.

1. Виконано аналіз моделей, методів та інформаційних технологій побудови адаптивних систем дистанційної освіти, що дозволило шляхом введення нових форм представлення навчального матеріалу, реалізації нових стратегій та способів організації процесу навчання визначити перспективні напрямки розробки адаптивної навчальної системи.

2. Розроблено структурну модель та проведено формалізацію компонентів адаптивної системи, яка в порівнянні з відомими дозволяє реалізувати в системі

дистанційного навчання ширші можливості адаптації до індивідуальних особливостей сприйняття інформації та рівнів знань тих, хто навчається.

3. Розроблено метод оцінки результатів тестового контролю рівня навчання із застосуванням теорії мультимножин, що дозволило шляхом визначення глибини вивчення квантів інформації забезпечити формування блоків навчального матеріалу із врахуванням індивідуальних особливостей, навичок і здібностей тих, кого навчають.

4. Розроблено метод групування студентів, побудований на основі застосування кластерного аналізу для обробки матриці прецедентів, що забезпечило шляхом вибору з бази прецедентів адаптованого до конкретного користувача прецедентного рішення прискорити процес засвоєння нових знань та підвищити ефективність навчального процесу.

5. Запропоновано інформаційну технологію побудови індивідуальної адаптивної траєкторії навчання на базі методу різнорівневого алгоритмічного квантування знань, що дало можливість шляхом використання предикатно-аналітичної і векторно-матричної форми представити інформаційні кванти у вигляді матриці прецедентів та здійснювати машинну обробку інформації засобами алгебри скінчених предикатів.

6. Розроблено інструментальний засіб програмної обробки результатів тестування, використання якого дозволяє шляхом застосування апарату тризначної математичної логіки автоматично визначати групу кластеризації студентів та будувати навчальну траєкторію на основі незасвоєних інформаційних квантів.

7. Реалізовано веб-орієнтовану адаптивну систему Adaptive Learning System та експериментально підтверджено її ефективність. Встановлено, що навчання студентів за даною системою дозволяє підвищити загальну якість знань студентів у експериментальній групі на 12-15 %. Порівняння побудованих діаграм успішності студентів до і після експерименту показало, що дана система є найбільш ефективною для навчання студентів із середнім та низьким початковим рівнем знань, які складають близько 60-70 % від загальної кількості студентів в групі.

8. Виконано математичне моделювання та дослідження адаптивної системи шляхом введення перехідних функцій, що дозволило адаптувати систему до реальних характеристик сприймання інформації різними категоріями студентів.

9. Проведено верифікаційні дослідження розробленої навчальної системи на основі статистичного аналізу із використанням t-критерію Стьюдента та критерію Пірсона, що дозволило з 5 % рівнем значущості оцінити ефективність впровадження системи в навчальний процес.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в закордонних і спеціалізованих виданнях, які індексуються у міжнародних наукометричних базах

1. Федорук П. И. Использование сценарных примеров знаний при построении индивидуальной учебной траектории / П. И. Федорук, Н. В. Пикуляк //

Программные продукты и системы. – Тверь, 2011. – № 2 (94). – С. 89–94 (Ulrich's Periodicals Directory).

2. Пікуляк М. В. Онтологічний підхід до побудови предметної області на основі квантово-фреймової моделі / М. В. Пікуляк // Медична інформатика та інженерія. – 2014. – № 1. – С. 50–54 (Index Copernicus).

Статті в наукових фахових виданнях

3. Федорук П. І. Технологія побудови індивідуальної адаптивної траєкторії навчання у системі дистанційної освіти і контролю знань / П. І. Федорук, М. В. Пікуляк // Математичні машини і системи. – 2010. – № 1. – С. 68–76.

4. Федорук П. І. Інтелектуальний механізм побудови індивідуальної навчальної траєкторії в адаптивних системах дистанційного навчання / П. І. Федорук, М. В. Пікуляк, М. С. Дутчак // Штучний інтелект : науково-теоретичний журнал / ІППШ МОН і НАН України «Наука і освіта». – 2010. – № 3. – С. 668–678.

5. Марценюк В. П. Побудова бази знань в адаптивній навчальній системі / В. П. Марценюк, П. І. Федорук, М. В. Пікуляк // Вісник Київського університету. Серія : фізико-математичні науки. – К., 2011. – № 3. – С. 193–199.

6. Федорук П. І. Побудова модуля верифікації експертних правил для автоматизованої обробки навчальної інформації / П. І. Федорук, М. В. Пікуляк // Системи обробки інформації. – Харків: Вид-во Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2011. – № 5 (95). – С. 301–304.

7. Федорук П. І. Використання математичної логіки для встановлення навчального режиму в автоматизованих системах передачі знань / П. І. Федорук, М. В. Пікуляк // Математичні машини і системи. – 2013. – № 1. – С. 94–101.

8. Пікуляк М. В. Застосування теорії мультимножин для формування індивідуального квантового набору навчального контенту / М. В. Пікуляк // Математичні машини і системи. – 2014. – № 3. – С. 96–103.

Друковані праці конференцій

9. Федорук П. І. Модель процесу прийняття рішень при побудові індивідуальної навчальної траєкторії в адаптивних системах дистанційного навчання / П. І. Федорук, М. С. Дутчак, М. В. Пікуляк // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Київ, 2010 р. – С. 216–220.

10. Федорук П. І. Інтелектуальний механізм побудови індивідуальної навчальної траєкторії в адаптивних системах дистанційного навчання / П. І. Федорук, М. В. Пікуляк // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Штучний інтелект. Інтелектуальні системи. II–2010». – смт. Кацивелі, АР Крим, 2010 р. – Том 2. – С. 284–287

11. Пікуляк М. В. Матричний метод побудови індивідуальної траєкторії в адаптивній системі дистанційного навчання і контролю знань / М. В. Пікуляк, О. В. Федорук // Матеріали 2-ї науково-практичної конференції «Інноваційні

комп'ютерні технології у вищій школі». – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – С. 80–83.

12. Федорук П. І. Застосування квантової моделі знань для побудови адаптивної навчальної траєкторії у системі дистанційного навчання / П. І. Федорук, М. В. Пікуляк // Збірник праць Першого Всеукраїнського з'їзду «Медична та біологічна інформатика і кібернетика». – Київ, 23-26 червня 2010. – С. 126–127.

13. Пікуляк М. В. Технологія побудови експертних правил на основі сценарних прикладів у адаптивній системі навчання / М. В. Пікуляк // Матеріали конференції з міжнародною участю «Медична та біологічна інформатика і кібернетика. Віхи розвитку». – Київ, 20-23 квітня 2011. – С. 99–100.

14. Федорук П. І. Верифікація експертних правил в адаптивній системі передачі знань / П. І. Федорук, М. В. Пікуляк // Матеріали 6-ї науково-практичної конференції з міжнародною участю «Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2011». – Чернігів. – 27-30 червня 2011 р. – С. 401–404.

15. Пікуляк М. В. Побудова експертних правил у адаптивній системі навчання / М. В. Пікуляк // Матеріали 1-ї міжнародної науково-технічної конференції «Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи)». – Черкаси: Маклаут, 2011. – С. 355–356.

16. Федорук П. Проектування бази знань в адаптивній навчальній системі / П. Федорук, М. Пікуляк // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі : матеріали 3-ої науково-практичної конференції, 18-20 жовтня 2011 року. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – С. 14–18.

17. Федорук П. І. Використання сценарного методу для прийняття рішень в адаптивній системі / П. І. Федорук, М. В. Пікуляк // Матеріали 14 міжнародної науково-технічної конференції «Системний аналіз і інформаційні технології – SAIT 2012». – К.: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2012. – С. 248–249.

18. Федорук П. І. Побудова експертної системи на основі бази знань сценарних прикладів / П. І. Федорук, М. В. Пікуляк // Збірник тез доповідей I Всеукраїнського науково-практичного семінару «Сучасні інформаційні технології в дистанційній освіті, 7-8 травня 2012 року, Івано-Франківськ, 2012. – С. 27–29.

19. Федорук П. І. Модель семантичної мережі в адаптивній системі передачі знань / П. І. Федорук, М. В. Пікуляк // «ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2012», восьма міжнародна науково-практична конференція ІОН-2012, 1-5 жовтня, 2012 : Збірник праць. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – С. 28–29.

20. Пікуляк М. В. Квантування навчального контенту на основі теорії мультимножин / М. В. Пікуляк, О. В. Козич // Матеріали 15 міжнародної науково-технічної конференції «Системний аналіз і інформаційні технології – SAIT 2013». – К.: ННК «ІПСА» НТУУ "КПІ", 2013. – С. 315–316.

21. Пікуляк М. В. Проблеми прийняття рішень в адаптивних системах контролю знань / М. В. Пікуляк, О. В. Козич, О. В. Федорук // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Київ, 2013. – С. 118–120.

22. Пікуляк М. В. Моделювання предметної області в автоматизованих навчальних системах / М. В. Пікуляк // Тези доповідей II міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОИТ-2014), 24-26 квітня 2014 р., Черкаси: ЧДТУ. – Т. 2. – С. 75–76.

23. Пікуляк М. В. Формалізація та алгоритмізація моделей адаптивного управління взаємодії компонентів системи передачі знань / М. В. Пікуляк, Я. М. Николайчук // Збірник матеріалів міжнародної науково координаційної наради «Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, енергетики, економіки, моделювання та управління» (ICSM-2014), 1-6 липня 2014 р. – Тернопіль, 2014. – С. 124–127.

24. Пікуляк М. В. Застосування прецедентного підходу для моделювання навчальної поведінки студента в адаптивній системі передачі знань / М. В. Пікуляк // Праці VII міжнародної школи-семінару «Теорія прийняття рішень» – Ужгород, УжНУ, 2014. – С. 200–201.

25. Pikulyak M. The method of formalization of adaptive learning model based on precedents matrix / Mykola Pikulyak // Досвід розробки та застосування приладо-технологічних САПР в мікроелектроніці : CADSM 2015 : матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. – С. 189–192.

26. Пікуляк М. В. Розробка функціональної структури програмного модуля адаптивної системи / М. В. Пікуляк // Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи) : матеріали 3-ї міжнародної науково-практичної конференції. – Київ-Черкаси, 2015. – С. 377-378.

АНОТАЦІЯ

Пікуляк М.В. Методи та інструментальні засоби побудови адаптивної системи дистанційної освіти. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології. – Тернопільський національний економічний університет, Тернопіль, 2016.

У дисертаційній роботі розв'язано актуальну науково-прикладну задачу вдосконалення інформаційної технології побудови системи дистанційної освіти шляхом розробки методів та інструментальних засобів, що забезпечило підвищення якості знань студентів. Виконано аналіз моделей, методів та інформаційних технологій побудови адаптивних систем дистанційної освіти.

Вперше запропоновано метод оцінки результатів тестового контролю рівня навчання, розроблений на основі теорії мультимножин, що дозволило визначити глибину засвоєння кванта інформації. Вперше розроблено метод групування студентів, побудований шляхом застосування кластерного аналізу для обробки матриці прецедентів, що дало можливість прискорити процес засвоєння нових знань та підвищити ефективність навчального процесу.

Вдосконалено інформаційну технологію побудови індивідуальної адаптивної траєкторії навчання на базі методу різнорівневого алгоритмічного квантування знань, що дозволило представити інформаційні кванти у вигляді матриці прецедентів та виконати формалізацію моделей системи дистанційної освіти.

На основі запропонованих методів і алгоритмів розроблено інструментальний засіб програмної обробки результатів тестового контролю. Проведено верифікаційні дослідження побудованої навчальної системи та експериментально доведено ефективність застосування розроблених методів та інструментальних засобів.

Ключові слова: інформаційна технологія, дистанційна освіта, квант знань, методи моделювання, траєкторія навчання, тестовий контроль знань.

АННОТАЦИЯ

Пикуляк Н.В. Методы и инструментальные средства построения адаптивной системы дистанционного образования. - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии. – Тернопольский национальный экономический университет, Тернополь, 2016.

В диссертационной работе решена актуальная научно-прикладная задача совершенствования информационной технологии построения системы дистанционного образования путем разработки методов и инструментальных средств, что обеспечило повышение качества знаний студентов. Выполнен анализ моделей, методов и информационных технологий построения адаптивных систем дистанционного образования. Исследованы процессы формализации структурно-алгоритмической модели адаптивной системы.

Впервые предложен метод оценки результатов тестового контроля уровня обучения, разработанный на основе теории мультимножеств, что позволило определить глубину усвоения кванта информации. Впервые разработан метод группировки студентов, построенный путем применения кластерного анализа для обработки матрицы прецедентов, что позволило ускорить процесс усвоения новых знаний и повысить эффективность учебного процесса.

Выполнено моделирование логической структуры адаптивного процесса с применением математического аппарата теории графов, что позволило автоматически генерировать логические последовательности изучения учебных квантов и улучшить качество усвоения новых знаний.

Усовершенствована информационная технология построения индивидуальной адаптивной траектории обучения на базе метода разноуровневого алгоритмического квантования знаний, что позволило представить информационные кванты в виде матрицы прецедентов и выполнить формализацию моделей системы дистанционного образования.

Разработан способ обработки матриц с использованием математической трехзначной логики, что позволило повысить быстродействие вычисления номера учебного режима и генерировать учебные кванты на основании математических методов представления структуры знаний.

На основе разработанных методов и алгоритмов построено инструментальное средство программной обработки результатов тестового контроля. Выполнено математическое моделирование и исследование адаптивной системы путем введения переходных функций, что позволило адаптировать систему к реальным характеристикам восприятия информации различными категориями студентов.

Проведены верификационные исследования разработанной обучающей системы и экспериментально доказана эффективность применения предложенных методов и инструментальных средств.

Ключевые слова: информационная технология, дистанционное образование, квант знаний, методы моделирования, траектория обучения, тестовый контроль знаний.

ABSTRACT**Pikulyak M.V. Methods and tools for forming of adaptive system of distance education. – The manuscript.**

The thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.13.06 – information technologies. – Ternopil National Economic University, Ternopil, 2016.

In the thesis the actual scientific-applied task of improvement of information technology of forming of the system of distance education by means of development of methods and tools that provided increase of the quality of knowledge of students. The analysis of models, methods and information technologies of forming adaptive systems of distance education is fulfilled.

The method of assessment of results of test control of studies level is first offered, worked out on the basis of theory of multiplurals that allowed defining the depth of mastering of quantum. The method of grouping of students, built by application of cluster analysis of precedents, is first worked out that gave an opportunity to accelerate the process of mastering of new knowledge and promote the efficiency of learning process.

Information technology of forming of individual adaptive trajectory of studies is improved on the base of method many-leveled algorithmic quantum of knowledge that allowed to present informative quanta as a matrix of precedents and on this basis to fulfill formalization of models of the system of distance education.

On the basis of offered methods and algorithms the tool of software processing of the results of test control is developed. The verification study of developed educational system is realized and the efficiency of offered methods and tools is experimentally proved.

Key words: information technology, distance education, quantum of knowledge, modeling methods, trajectory of studies, test control of knowledge.

Підписано до друку 21.01.2016 р.
Формат 60x84/16. папір офсетний.
Друк на дублюаторі. Зам. № 7-179
Умов.-друк. арк. 09 Обл.-вид. арк. 1,0.
Тираж 100 прим.

Віддруковано ФО-П Шпак В. Б.
Свідоцтво про державну реєстрацію:
Серія В02 № 924434 від 11.12.2006 р.
Свідоцтво платника податку: Серія Е № 897220
м. Тернопіль, вул. Просвіти, 6.
тел. 8 097 299 38 99, (0352) 422-388
E-mail: tooums@ukr.net