

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Лендюк Тарас Васильович



УДК 004.9:378

**ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНІ МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНА
ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ
СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЇ ОСВІТИ**

Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Тернопіль – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі інформаційно-обчислювальних систем і управління Тернопільського національного економічного університету Міністерства освіти і науки України, м. Тернопіль.

Науковий керівник: доктор економічних наук, професор
Ріппа Сергій Петрович,
Університет державної фіскальної служби
України,
директор Навчально-наукового інституту
інформаційних технологій та менеджменту.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Антощук Світлана Григорівна,
Одеський національний політехнічний
університет,
директор інституту комп'ютерних систем,
професор кафедри інформаційних систем;

доктор технічних наук, професор,
лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки
Пасічник Володимир Володимирович,
Національний університет "Львівська
політехніка", професор
кафедри інформаційних систем та мереж.

Захист відбудеться «07» грудня 2017 р. о 16⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 58.082.02 у Тернопільському національному економічному університеті за адресою: 46009, м. Тернопіль, вул. Львівська, 11 а (корпус 11, зал засідань вченої ради).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Тернопільського національного економічного університету за адресою: 46009, м. Тернопіль, вул. Бережанська, 4.

Автореферат розісланий «07» листопада 2017 р.

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



В.В. Яцків

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У наш час розвиток освіти неможливий без її комп'ютеризації. Незважаючи на те, що комп'ютерна техніка та спеціальне програмне забезпечення досить широко використовуються в навчальному процесі, проблема вдосконалення комп'ютеризації освіти є однією з найактуальніших у вищій школі.

Одним із ефективних підходів до комп'ютеризації освіти є застосування систем дистанційного навчання (СДН). Їх вдосконалення на основі концепції розвитку дистанційної освіти в Україні згідно нормативних документів Міністерства освіти і науки Україна повинно забезпечити підвищення конкурентоспроможності вищої школи та якості підготовки випускників вищих навчальних закладів.

Разом з тим, слід відмітити, що підготовка навчального матеріалу для системи дистанційного навчання та його семантична побудова у сховищі метаданих вимагає індивідуального формування навчального матеріалу і руху студентів по ньому. Крім того, електронні навчальні матеріали, створені у різних СДН, часто є несумісними, що спричинено їх різними форматами. До проблемних задач слід віднести надмірну тривалість тестування і навчання в СДН.

У проблематику досліджень комп'ютеризації процесу навчання та оптимізації навчального контенту з використанням інформаційних технологій зробили вагомий внесок вітчизняні та закордонні науковці, прізвища яких наведені в дисертаційній роботі.

Однак, незважаючи на прогрес у дослідженні цієї проблематики, недостатньо вивченими залишаються: знання-орієнтована побудова індивідуальної траєкторії навчання з врахуванням онтології навчальної дисципліни, порівняно тривале навчання і тестування в СДН, що свідчить про актуальність вибраної теми дисертації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. За основними напрямками дослідження робота відповідає Концепції Національної програми інформатизації України, схваленої Законом України «Про Концепцію Національної програми інформатизації» від 4 лютого 1998 року №75/98-ВР. Частина робіт виконана в рамках спільного Україно-Молдовського науково-дослідного проекту «Дистрибутивні сенсорні мережі з реконфігурацією обчислювальних вузлів» (№ ДР 0115U004816) і держбюджетного прикладного дослідження на тему «Методи захисту від комп'ютерних атак на основі нейронних мереж і штучних імунних систем» (№ ДР 0116U002499), що виконувались на кафедрі інформаційно-обчислювальних систем і управління Тернопільського національного економічного університету, а також «Розробка системи електронної освіти з елементами дистанційного навчання в органах Державної податкової служби України», (№ ДР 0102U002308), «Створення віртуальної бібліотеки для системи електронної освіти, дистанційного навчання, перепідготовки і підвищення кваліфікації працівників ДПС України», (№ ДР 0102U005744) та «Застосування методів та засобів інтелектуального аналізу даних в складі ризико-орієнтованої системи адміністрування податків», (№ ДР 0109U000115), які виконувались у Науково-

дослідному центрі з проблем оподаткування Університету державної фіскальної служби України. Особистий внесок автора полягає в розробці адаптивного навчання та тестування, які використовують нечіткий підхід і елементи семантики та забезпечують диференціацію навчального матеріалу, що дає можливість гнучкого формування навчального матеріалу для студентів з різним рівнем знань.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є знання-орієнтоване формування індивідуальної траєкторії навчання для забезпечення адаптивного навчання з використанням елементів семантики, що забезпечує диференціацію навчального матеріалу у середовищі системи комп'ютеризованого навчання для студентів відповідно до їх рівня знань та складності навчального матеріалу, а також скорочує час вивчення навчального матеріалу і тестування.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

1) проаналізувати існуючі моделі та інформаційні технології управління системою комп'ютеризації навчання і вибрати перспективні напрямки досліджень;

2) дослідити семантику та метадані навчальних фрагментів, а також адаптацію навчального матеріалу до індивідуальних особливостей студентів для формування набору навчального матеріалу;

3) розробити алгоритм адаптивного навчання з використанням навігації в мережі навчальних фрагментів;

4) розробити метод формування індивідуальної траєкторії навчання з врахуванням складності навчального матеріалу і рівня знань студентів, що включає модель скорочення часу проходження індивідуальної траєкторії навчання та вдосконалений алгоритм пірамідального тестування;

5) розробити нечітку модель формування індивідуальної траєкторії навчання і визначення часу її проходження для введення в онтологію навчального фрагменту нечіткого критерію складності навчального фрагменту і нормативного часу його вивчення для підбору навчальних фрагментів з раціональною складністю і мінімальним часом вивчення;

6) розробити нечітку модель комп'ютерного адаптивного тестування для зміни складності наступних блоків тестових питань та визначення рівня знань студентів;

7) розробити модель формування набору навчальних фрагментів з врахуванням рівня знань студентів та складності навчальних фрагментів;

8) провести статистичну оцінку розробленої інформаційної технології та порівняти її з відомими аналогами.

Об'єктом дослідження є процес формування навчального матеріалу з врахуванням його складності, рівня знань студента і семантичної розмітки для системи адаптивного електронного навчання з використанням інформаційних технологій.

Предмет дослідження – методи і засоби інформаційної технології побудови індивідуальної траєкторії навчання.

Методи дослідження. Дослідження, виконані під час роботи над дисертацією, ґрунтуються на використанні класичної теорії тестів та Item Response Theory, семантики та онтології, методу адаптивного управління структурою процесу навчання.

Наукова новизна одержаних результатів. Отримані автором основні результати, що складають наукову новизну, полягають в наступному:

1. Вперше розроблено метод формування індивідуальної траєкторії навчання з врахуванням складності навчального матеріалу і рівня знань студентів і скороченням часу проходження індивідуальної траєкторії навчання, що дало можливість зменшити час навчання та тестування.

2. Розроблено нечітку модель формування індивідуальної траєкторії навчання, яка відрізняється від аналогів врахуванням рівня знань студента, змістової складової та складності навчального фрагмента, що дало можливість розширити онтологію навчального фрагменту.

3. Розроблено нечітку модель комп'ютерного адаптивного тестування на основі правильності відповідей студента на поточний блок питань, складності поточного блоку питань і затраченого часу, яка, порівняно з існуючими моделями тестування, дала змогу пришвидшити процес тестування і мотивувати студента.

4. Удосконалено модель пірамідального тестування, яка, в порівнянні з тематично-блочним тестуванням, зменшує час тестування.

5. Отримала подальшого розвитку онтологія навчального фрагменту з інтеграцією в середовищі системи дистанційного навчання MOODLE, стандарту SCORM та системи баз знань Protégé, яка, шляхом введення критерію складності навчального фрагменту і нормативного часу його вивчення, дає можливість здійснювати підбір навчальних фрагментів, раціональний за часом і складністю.

Практичне значення одержаних результатів. В результаті виконаного дисертаційного дослідження, на основі розроблених методів і засобів, реалізована та впроваджена інформаційна технологія побудови індивідуальної траєкторії навчання. Результати експериментальних досліджень підтверджують правильність наукових положень дисертаційної роботи, оскільки впровадження інформаційної технології побудови індивідуальної траєкторії навчання знижує час навчання на 20-25% у порівнянні з відомими рішеннями.

Теоретичні та практичні результати роботи використані: приватним підприємством «МагнетікВан» (м. Тернопіль); Науково-дослідним інститутом інтелектуальних комп'ютерних систем (Тернопільський національний економічний університет, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України); в навчальному процесі Тернопільського національного економічного університету, Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та Університету державної фіскальної служби України.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати, викладені у дисертаційній роботі, отримані автором особисто. У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, автору належить: у [5] – нечітка модель розподілу завдань при тестуванні студентів; у [6] – нечітка онтологія дисципліни; у [1, 15, 16] – підхід до проектування Web-онтології «Навчальна дисципліна», яка може використовуватись для розробки Web-орієнтованих навчальних ресурсів і для підтримки дистанційного освітнього процесу в середовищі семантичного вебу; у [9-12, 14] – методика реалізації проектів з дистанційного навчання; у [13] – перетворення системи дистанційного навчання MOODLE в адаптивну систему за

допомогою стандарту SCORM; у [17] – вдосконалена модель пірамідального тестування; [18, 21] – схема адаптивного навчання; у [20, 22] – нечіткі правила узгодження рівня складності питань при адаптивному тестуванні в системах дистанційного навчання, а також вибір оптимального часу відповіді на кожне питання або блок питань залежно від їх складності.

Апробація результатів дисертаційної роботи. Основні результати дослідження апробовані на 14 міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях, зокрема: IV міжнародна науково-практична конференція «Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці та бізнесі» (Ірпінь, травень 2003 р.); II, III, IV, V міжнародні IEEE симпозиуми «Інтелектуальні засоби збору даних і сучасні обчислювальні системи: розробка та застосування» (Львів, Україна, 2003 р.; Софія, Болгарія, 2005 р.; Дортмунд, Німеччина, 2007 р.; Ренде, Італія, 2009 р.); VI, VII та VIII IEEE конференції «Інтелектуальні засоби збору даних і сучасні обчислювальні системи: розробка та застосування» (Прага, Чеська республіка, 2011 р.; Берлін, Німеччина, 2013 р.; Варшава, Польща, 2015 р.); VII міжнародна науково-практична конференція «Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці», (Ірпінь, 2009); II Всеукраїнська школа-семінар молодих вчених і студентів «Сучасні комп'ютерні інформаційні технології» АСІТ'2012, Тернопіль, 2012; Перша україно-німецька конференція «Інформатика. Культура. Техніка», Одеса, 2013 р.; XIV міжнародний науковий семінар «Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці та освіті», Київ – оз. Світязь, 2015 р.; XVII Міжнародна науково-практична конференція «Українська наука: проблеми сьогодення та перспективи розвитку», Київ, 2015; XV міжнародний науковий семінар «Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці, освіті та подоланні наслідків Чорнобильської катастрофи» Київ – оз. Світязь, Київ, 2016.

Публікації. За результатами проведених наукових досліджень опубліковано 22 друковані праці, серед них 7 статей у фахових виданнях, з них 4 одноосібних, одна стаття у науково-теоретичному закордонному журналі, 14 доповідей і тез у збірниках вітчизняних та міжнародних наукових конференцій, з них одна одноосібна. Вісім публікацій індексовано у науково-метричних базах Web of Science і Scopus.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить 195 сторінок, із яких 134 сторінки основного тексту. Робота містить 65 рисунків, 19 таблиць та 11 додатків. Список використаних джерел включає 149 найменувань на 18 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У вступі обґрунтовано актуальність теми і доцільність проведення дисертаційних досліджень, сформульовані мета і задачі дослідження, визначені наукова новизна і практична цінність отриманих результатів. Вказано зв'язок дисертації з науковими програмами, наведена кількість публікацій, показано особистий внесок здобувача.

У першому розділі обґрунтовано, що при побудові індивідуальної траєкторії

навчання, необхідне використання баз знань, як інструменту для створення та забезпечення роботи СДН. Дано характеристики онтологій та порівняння мов їх подання. Проведений огляд програмного забезпечення СДН показав доцільність використання MOODLE та підготовки навчальних матеріалів у стандарті SCORM. Обґрунтовано визначальну роль рівня знань студента та складності навчальних фрагментів для зменшення часових параметрів індивідуальної траєкторії навчання. Показано важливість адаптивного навчання і адаптивного тестування для формування індивідуальної траєкторії навчання і зниження часу її проходження, шляхом запровадження комп'ютерного адаптивного тестування та оцінки рівня знань і складності завдань за допомогою Item Response Theory (IRT).

У другому розділі запропоновано метод формування індивідуальної траєкторії навчання в СДН MOODLE з використанням пакету SCORM, нечіткий підхід до вибору навчальних фрагментів та зміни складності тестових питань, а також оптимальний вибір навчальних ресурсів з використанням елементів семантики.

Розроблений метод формування індивідуальної траєкторії навчання з врахуванням складності навчального матеріалу і рівня знань студентів можна представити сукупністю наступних 5-ти кроків:

1. При адаптивному навчанні матеріал для вивчення формується відповідно до початкової оцінки студента, а після його вивчення проводиться проміжне тестування. Студент після освоєння навчального матеріалу, підготовленого за результатами тестування, за бажанням, може перейти до вивчення складнішого матеріалу або завершити навчання і перейти до спілкування з викладачем. У цьому разі студент отримує оцінку, на яку сподівався. Тобто, студент повинен набрати щонайменше 60 балів за 100-бальною шкалою, а можливість отримати вищу оцінку залежить від готовності і бажання студента. Всі результати фіксуються в моделі студента, де викладач перед початком екзамену може продивитися успіхи кожного студента, який матеріал вивчався, скільки разів пройдено цикл навчання, які тести здано, які відповіді були неправильними. Синтезована структура системи комп'ютеризованого навчання подана на рисунку 1.

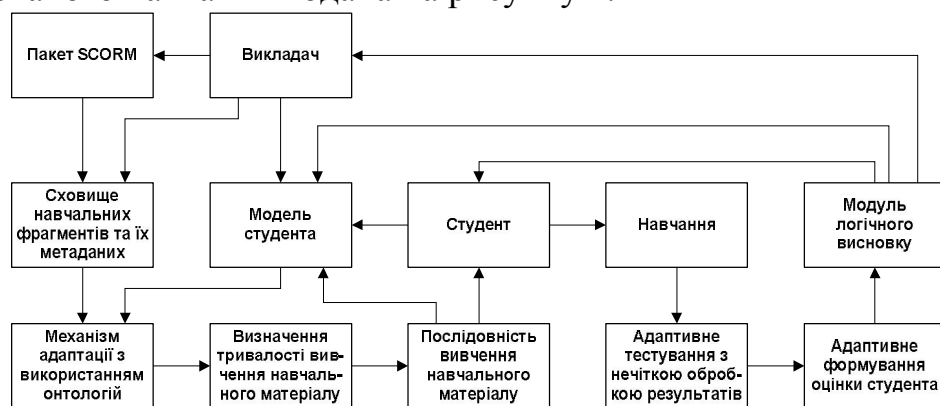


Рисунок 1 – Структура системи комп'ютеризованого навчання

2. Як правило, час проходження індивідуальної траєкторії навчання $T_{заг}$ складається із суми часу вивчення навчальних фрагментів $T_{навч}$, залежно від їх складності та рівня знань студента, а також завершального тестування $T_{кінц}$:

$$T_{заг} = T_{навч} + T_{кінц}, \quad (1)$$

Час навчання є сумою часу вивчення усіх навчальних фрагментів, які входять в індивідуальну траєкторію навчання:

$$T_{навч_j} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{нф_i}}{R_{зн_j}} t_{норм_i} \quad (i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m), \quad (2)$$

де $T_{навч_j}$ – загальні затрати часу на проходження індивідуальної траєкторії навчання j -им студентом; $C_{нф_i}$ – складність i -го навчального фрагменту; $R_{зн_j}$ – рівень знань j -го студента; $t_{норм_i}$ – нормативний час вивчення навчального фрагмента.

Перед викладачем постає завдання мінімізації часу проходження індивідуальної траєкторії навчання, тобто перерозподіл кількості навчальних фрагментів так, щоб студенти швидше вивчили їх оптимальну кількість, отримали максимальні знання і виділили час на наукову роботу, тобто $T_{заг} \rightarrow \min$.

3. Для формування індивідуальної траєкторії навчання використовується модель студента, яка містить інформацію про його рівень знань. На початку вивчення дисципліни ця модель ще не заповнена, тому проводити початкове тестування недоцільно. Для заповнення моделі студента вводять його початковий рівень знань. Для цього можна ввести: середній бал зовнішнього незалежного тестування і/або середній бал атестата (у випадку викладання дисципліни у першому семестрі першого року навчання); рейтинг студента (середній бал за даними деканату); середній бал із суміжних дисциплін. Схематично процес навчання подано на рисунку 2.



Рисунок 2 – Схема навчання студента

Як видно з рисунка 2, викладач на початку викладання дисципліни вводить у модель кожного студента його початковий рівень знань, згідно якого формується індивідуальна траєкторія навчання. Після вивчення теми проводиться комп'ютерне адаптивне тестування і, за результатом тестування, студент або спрямовується на проходження індивідуальної траєкторії навчання з додаванням нового роз'яснюючого навчального матеріалу, або отримує допуск до підсумкової задачі дисципліни викладачу. Узагальнений алгоритм формування індивідуальної траєкторії навчання наведено на рисунку 3.



Рисунок 3 – Узагальнений алгоритм навчання

5. При обробці результатів тестування використовується класична теорія тестів, де показниками якості тестових завдань є такі статистичні характеристики, як складність і дискримінативність, а також IRT, призначена для оцінки латентних (прихованих) параметрів студентів і завдань тесту, які вимірюються на одній шкалі і результатом є їх різниця. Обробку результатів тесту доцільно починати, ґрунтуючись на класичній теорії, а потім застосовувати математичний апарат IRT. В IRT рекомендовані межі складності питань і рівня підготовки студентів від -5 до $+5$. Від'ємні логіти складності питань свідчать про їх недостатню складність, а від'ємні логіти рівня підготовки студентів – про недостатню підготовку.

Адаптивне тестування використовується для пришвидшення визначення рівня знань і підвищення мотивації студентів. Запропоновано об'єднувати завдання в тематичні блоки з непарною кількістю питань, наприклад по три, щоб визначати переважну кількість правильних чи неправильних відповідей (рисунок 5). При більшості неправильних відповідей, студент переходить на нижчий рівень

4. Коли ж студент після тестування отримує оцінку, нижчу від 60 балів або від бажаної, йому пропонуються навчальні фрагменти з поясненням і додатковий навчальний матеріал (рисунок 4). Коли студент має не менше 60 балів, йому рекомендується вивчення матеріалу на вищому рівні складності. Якщо студент не погоджується, то завершує вивчення навчального матеріалу. Тобто система комп'ютеризованого навчання контролює, щоб студент отримав відповідний навчальний матеріал і здав тести із гарантованим мінімальним балом, а отримання вищого балу залежить вже від його бажання.

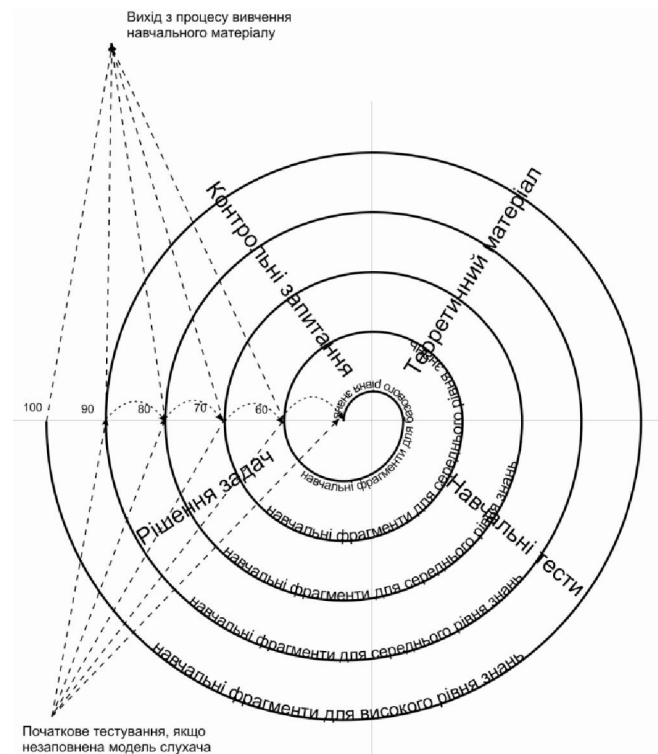


Рисунок 4 – Циклічна діаграма адаптивного навчання

складності запитань, а при переважній кількості правильних відповідей – на вищий рівень складності. Пірамідальне тестування вдосконалено тим, що при всіх неправильних відповідях студенту видається значно простіше запитання, а при усіх правильних відповідях – значно складніше запитання.

Як видно з рисунка 5, вхідний блок тесту є на рівні P1. З нього студент може перейти на блоки другого рівня від P2.1 до P2.4 залежно від правильності відповідей. Цифри на стрілках показують кількість правильних відповідей. Пунктирними лініями показано проходження тесту трьома студентами: відповідь студента №1 показує результат з низьким рівнем знань, відповідь студента №2 показує результат із середнім рівнем знань, а відповідь студента №3 показує результат з високим рівнем знань.

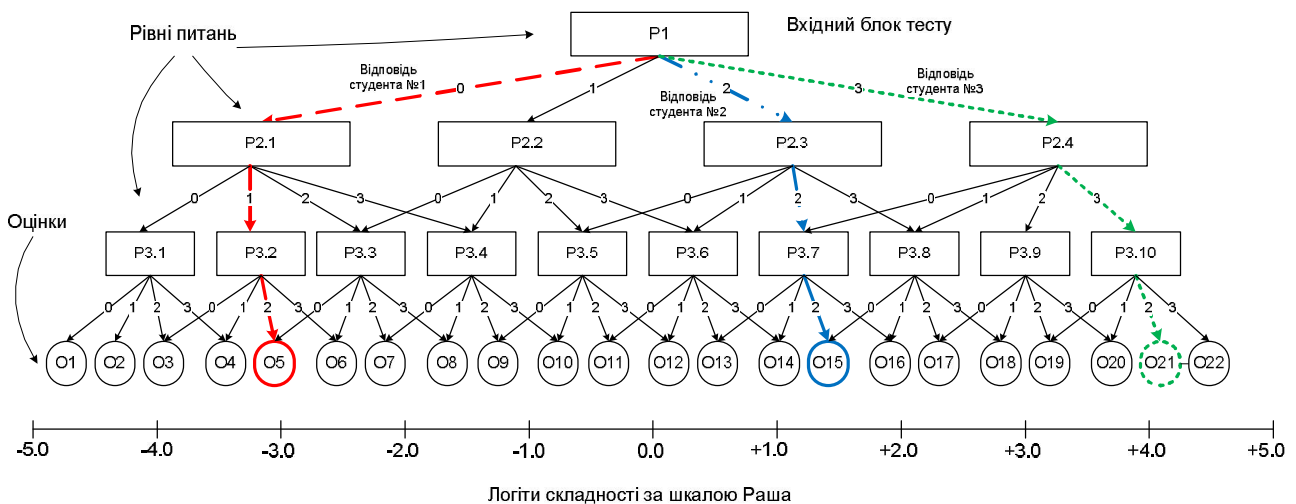


Рисунок 5 – Вдосконалена модель пірамідального тестування

При тестуванні контрольні завдання генеруються відповідно до семантики описаних онтологій конкретних навчальних курсів.

Використовуючи онтологію лекції та беручи до уваги метадані навчальних фрагментів, здійснюється підбір навчальних фрагментів для побудови індивідуальної траєкторії навчання.

Онтологія навчального фрагменту включає наступні класи: автор, тема, опис, видавець, спонсор, дата, тип, формат, ідентифікатор, джерело, мова, зв'язки, охоплення, права. Клас «тип» навчального матеріалу містить дані про його тип (базовий теоретичний матеріал, додатковий теоретичний матеріал, роз'яснюючий матеріал, задачі на виконання). Дуже важливим класом для побудови індивідуальної траєкторії навчання є клас складності, за допомогою якого і формується набір навчального матеріалу, а час вивчення навчального фрагмента при відомій складності і рівні знань, тобто коли складність навчального фрагмента вища від рівня знань – час вивчення зростає, в протилежному випадку – зменшується. Онтологія навчального фрагменту подана на рисунку 6, де запропоновані автором класи виділені пунктирною лінією.

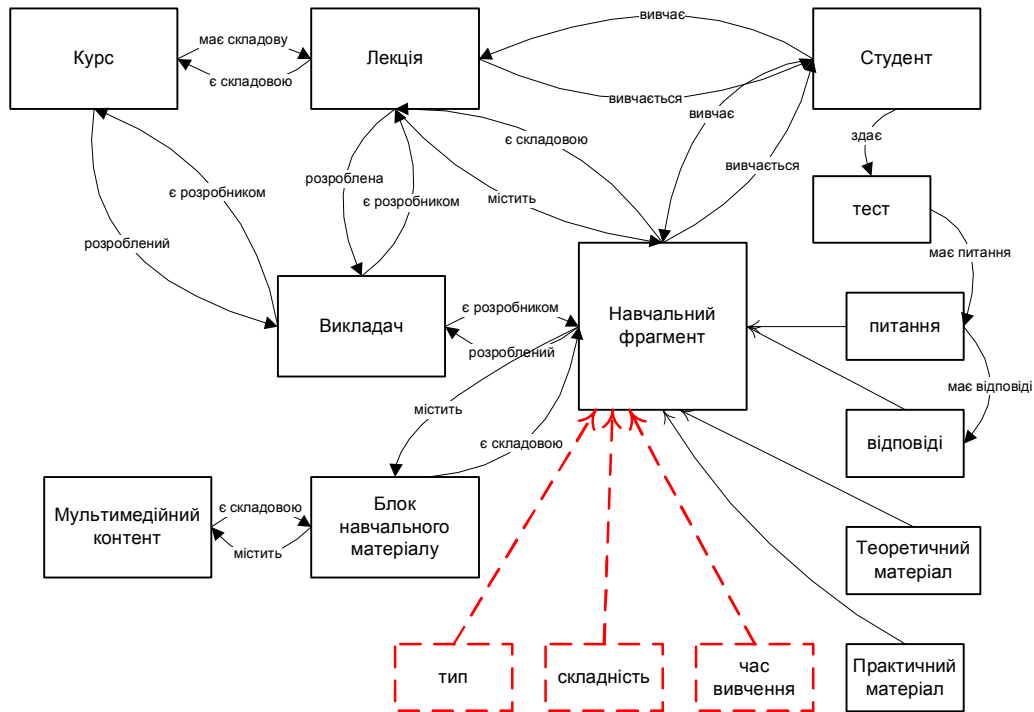


Рисунок 6 – Вдосконалена онтологія навчального фрагменту

Перед початком навчання викладач виконує семантичну розмітку навчальних фрагментів і записує їх метадані у сховище метаданих навчальних об'єктів. Таким чином, онтологічну структуру навчального фрагменту доповнено типом навчального фрагмента, його складністю і нормативним часом вивчення, що дало можливість онтологічного формування індивідуальної траєкторії навчання.

Введення нечітких характеристик щодо оцінки навчального матеріалу може допомогти в підготовці завдань і розробці тестів. Наприклад, викладач може достатньо швидко визначити, є завдання складним чи ні. З точки зору студента, нечітка оцінка знань у вигляді «відмінно», «дуже добре», «добре», «задовільно» і «незадовільно» є зрозумілішою, ніж кількість балів, яка набрана в результаті тестування.

При адаптивному навчанні складність завдання, яке є складовою індивідуальної траєкторії навчання, може бути визначена у вигляді певної кількості балів або відсотків, або ж з використанням нечіткої логіки, за рішенням експерта. Складність завдання також можна розглядати як нечітку величину. Нечіткі моделі є достатньо прозорими та зрозумілими і, тому, не поступаються іншим методам, особливо там, де змістовна інтерпретація важливіша за точність моделювання.

Функцією належності в нашому випадку буде функція $\mu^A(u) : U \rightarrow [0;1]$, що дає змогу для кожного елемента u універсальної множини U розрахувати ступінь його належності до нечіткої множини \tilde{A} . Універсальна множина U містить повну множину значень, що охоплює всю проблемну область. В якості функції належності для термів вхідних змінних використано трапецієвидну функцію (рисунок 7).

Для проведення розрахунків використано формулу, що відповідає трапецієподібній функції належності. У результаті одержано систему рівнянь для розрахунку значень функції належності кожного з термів вхідних змінних:

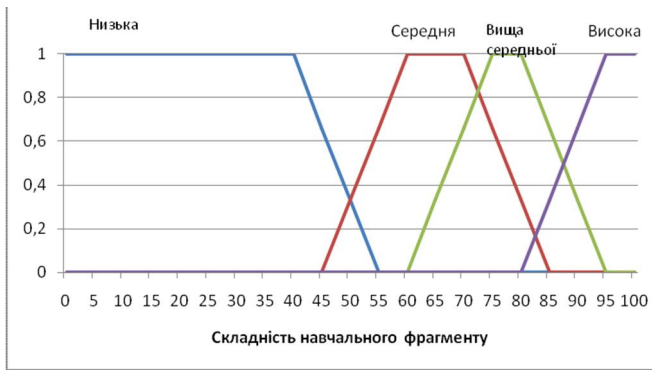


Рисунок 7 – Функція належності для термів вхідних змінних

$$\mu_{ns}(a) = \begin{cases} 1; a \leq 40 \\ \frac{55-a}{40}, 40 \leq a \leq 55 \\ 0; a \geq 55 \end{cases}, \mu_s(a) = \begin{cases} 0; a \leq 65 \text{ або } a \geq 95 \\ \frac{a-75}{60}, 60 \leq a \leq 75 \\ \frac{60}{80}, 70 \leq a \leq 80 \\ \frac{95-a}{80}; 80 \leq a \leq 95 \end{cases},$$

$$\mu_{vs}(a) = \begin{cases} 0; a \leq 45 \text{ або } a \geq 85 \\ \frac{a-60}{45}, 45 \leq a \leq 60 \\ 1; 60 \leq a \leq 70 \\ \frac{85-a}{70}; 70 \leq a \leq 85 \end{cases}, \mu_v(a) = \begin{cases} 0; a \leq 80 \\ \frac{a-95}{80}, 80 \leq a \leq 95 \\ 1; 90 \leq a \leq 100 \end{cases} \quad (5)$$

де $\mu_{ns}(a)$ – функція належності для складності нижчої від середньої; $\mu_s(a)$ – функція належності для середньої складності; $\mu_{vs}(a)$ – функція належності для складності вищої від середньої; $\mu_v(a)$ – функція належності для високої складності.

Для навчання студента потрібно підібрати навчальний матеріал, тобто сформуванню індивідуальну траєкторію навчання. Для її формування використано апарат нечіткої логіки. База нечітких знань нечіткої моделі формування індивідуальної траєкторії навчання містить два входи: «Рівень знань студента» та «Складність навчального фрагмента» і один вихід – «Час вивчення навчального фрагмента».

Для проходження індивідуальної траєкторії навчання необхідний контроль знань студента, щоб перевірити його рівень знань і спрямувати, в разі необхідності, на повторний цикл навчання. Для тестування студентів теж використано апарат нечіткої логіки. База нечітких знань моделі нечіткого тестування містить три входи: «Кількість правильних відповідей на блок питань», «Складність поточного блоку питань» і «Час, затрачений на відповідь на блок питань», та один вихід – «Складність наступного блоку питань».

Із вищезазначеного можна зробити висновок, що для визначення рівня складності наступного блоку питань потрібно брати до уваги одночасно три показники (переважну кількість правильних відповідей, складність поточного блоку питань та час відповіді на поточний блок питань).

При розробці нечітких моделей необхідно врахувати значення вхідних та вихідних змінних, а також правильно побудувати базу правил, за якою здійснюватиметься нечіткий висновок. Для моделювання бази нечітких знань використано Fuzzy Logic Toolbox – пакет прикладних програм середовища MatLab, і на його основі розроблено систему нечіткого логічного висновку.

У третьому розділі описано реалізацію системи адаптивного навчання у вигляді плагіну для СДН MOODLE. При проходженні адаптивного тесту в модель студента записується результат тесту, перелік та складність питань і час, затрачений на кожний блок питань. У результаті для кожного студента формується перелік навчальних фрагментів, які є складовими індивідуальної траєкторії навчання.

Також, реалізовано метод формування індивідуальної траєкторії навчання з приховуванням складних навчальних фрагментів для студентів з низьким рівнем знань. Для реалізації взаємодії СДН MOODLE і пакету SCORM використовується

файл маніфесту SCORM, в якому наводиться перелік усіх навчальних фрагментів і детальний опис їх елементів. Важливою особливістю для забезпечення можливості адаптації навчального матеріалу є наявність ознаки видимості навчального фрагменту, що забезпечує приховування складного навчального фрагменту для студента з низьким рівнем знань. Видимі навчальні фрагменти мають ознаку видимості – `isvisible="true"`, а приховані – `isvisible="false"`, і їх не видно. Увесь обсяг навчальних фрагментів доступний для студентів із найвищим рівнем знань.

Якщо після завершального тестування результат нижчий 60 балів, студентові видається вже пройдений навчальний матеріал з поясненням, додатковими вправами, посиланнями на навчальний матеріал, доступний в мережі Інтернет, і він продовжує вивчення теми. Коли студент в результаті тестування отримує 60 або більше балів, йому пропонується продовжити навчання на вищому рівні складності, щоб отримати кращу оцінку або завершити вивчення і здати тему викладачеві.

При вивченні дисципліни «Теорія прийняття рішень» в системі дистанційного навчання студенти вивчали навчальні фрагменти різного рівня складності. Всього було 250 навчальних фрагментів, а кількість студентів у групі – 36 з різним рівнем знань. Розглянемо реалізацію моделі зменшення часу проходження індивідуальної траєкторії навчання для студентів з мінімально-допустимим, середнім та високим рівнем знань, а саме для студентів із рівнем знань 60, 70, 80, 90 і 100 балів. Наприклад, студент із рівнем знань 60 балів вивчає усі навчальні фрагменти складністю 60 балів; студент із рівнем знань 70 балів вивчає усі навчальні фрагменти складністю до 70 балів; студент із рівнем знань 80 балів вивчає усі навчальні фрагменти складністю до 80 балів і так далі.

Варто зауважити, що коли студент не досягає мінімально-допустимого або бажаного результату, система може запропонувати йому додатковий і довідковий матеріал для роз'яснення теми, що теж збільшить час вивчення. Це є одночасно і недоліком, оскільки зростає час навчання, і перевагою, тому що підвищується рівень знань. Мотивацією для студентів із нижчим рівнем знань буде те, що вони отримають кращі знання і добру оцінку, а студенти із вищим рівнем знань мотивуються швидшим часом вивчення обов'язкового матеріалу і можливістю використати зекономлений час, наприклад, на науково-дослідну роботу.

При нечіткому формуванні індивідуальної траєкторії навчання лінгвістична змінна «Рівень знань студента» містить терми {Низький; Нижчий від середнього; Середній; Вищий від середнього; Високий}. Лінгвістична змінна «Складність навчального фрагмента» містить терми {Низька, Нижча від середньої; Середня; Вища від середньої; Висока}. Лінгвістична змінна «Час вивчення навчального фрагмента» містить терми {Малий; Середній; Тривалий}.

Входи і вихід нечіткої моделі побудови індивідуальної траєкторії навчання подано на рисунку 8. Оскільки кожна вхідна змінна задана різною кількістю функцій належності і враховуючи неможливість ситуації, коли обидві вхідні змінні не задані, то база правил складається з $R = 6 \cdot 6 - 1 = 35$ правил типу «якщо – то». На рисунку 9 подано залежність вихідної змінної від вхідних.

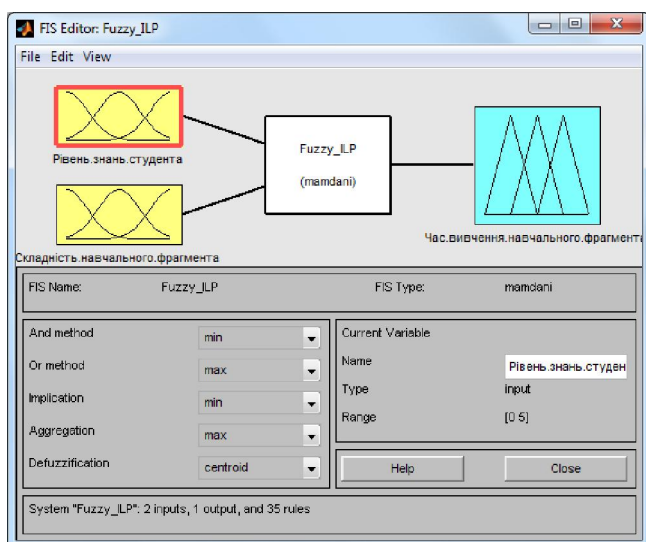


Рисунок 8 – Входи і виходи нечіткої моделі побудови індивідуальної траєкторії навчання

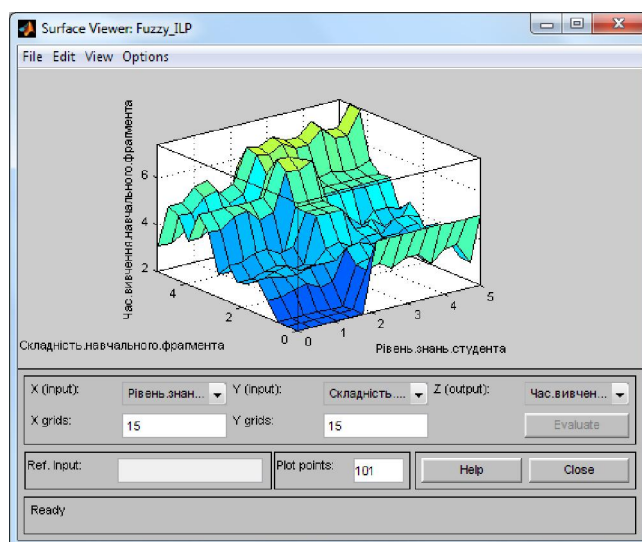


Рисунок 9 – Залежність часу вивчення навчального матеріалу від рівня знань студента і складності навчального матеріалу

Нечітку базу знань, розроблену в середовищі MatLab, використано у редакторі онтологій Protégé з допомогою плагіну Fuzzy OWL. На рисунку 10 подано зразок індивіда онтології індивідуальної траєкторії навчання для дисципліни «Теорія прийняття рішень», а на рисунку 11 зображено нечітку онтологію в складі онтології індивідуальної траєкторії навчання. Даний підхід використовується для інтеграції нечіткого онтологічного та логічного висновку.

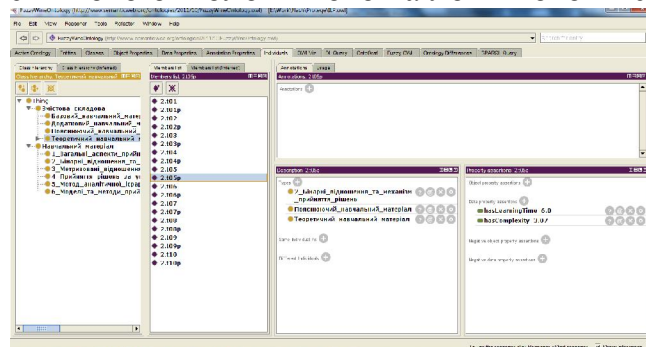


Рисунок 10 – Індивіди онтології індивідуальної траєкторії навчання

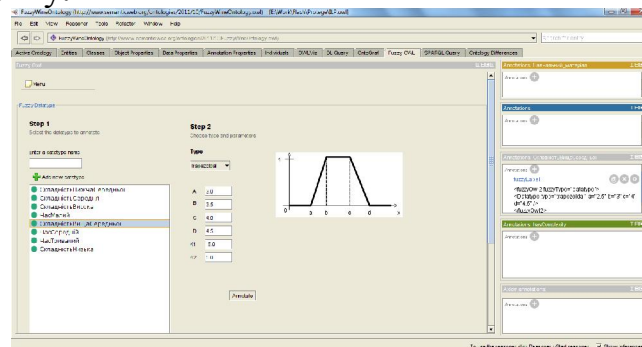


Рисунок 11 – Нечітка онтологія в онтології індивідуальної траєкторії навчання

Для тестування студентів за допомогою апарату нечіткої логіки лінгвістична змінна «Кількість правильних відповідей на блок питань» містить терми {Немає; Менше половини; Більше половини; Всі}. Лінгвістична змінна «Складність поточного блоку питань» містить терми {Низька; Нижча середньої; Середня; Вища середньої; Висока}. Лінгвістична змінна «Час, затрачений на відповідь на блок питань» містить терми {Малий; Середній; Тривалий}. Лінгвістична змінна «Складність наступного блоку питань» містить терми {Низька; Нижча середньої; Середня; Вища середньої; Висока}.

Робота запропонованої нечіткої моделі комп'ютерного адаптивного тестування залежить від бази правил. Оскільки кожна вхідна змінна задана різною кількістю функцій належності і враховуючи неможливість ситуації, коли вхідна змінна не задана, то база правил складається з $R = 5 \cdot 6 \cdot 4 - 1 = 119$ правил типу «якщо – то». Залежність вихідної змінної від вхідних подано на рисунках 12 і 13.

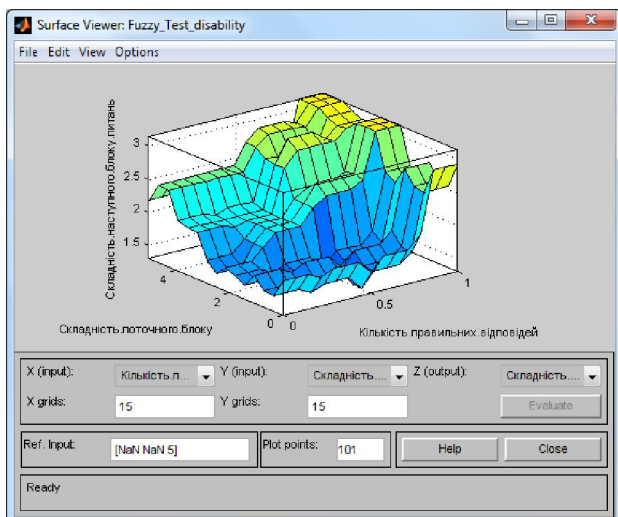


Рисунок 12 – Залежність складності наступного блоку питань від складності поточного блоку та кількості правильних відповідей

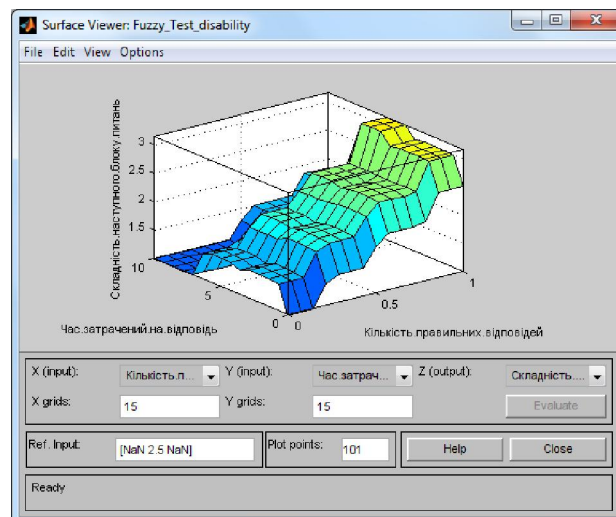


Рисунок 13 – Залежність складності наступного блоку питань від часу затраченого на відповідь та від кількості правильних відповідей

Для того, щоб тестування не затягувалося, вводиться наступне правило: коли складність низька і її рекомендується знизити, то наступний блок дається тієї ж складності. Після двох спроб зниження низької складності студенту виставляється незадовільна оцінка і він спрямовується на повторне вивчення теми. Аналогічно, при двох спробах підвищення високої складності, тестування припиняється і студенту виставляється оцінка.

Таким чином, дана система є знання-орієнтованою, тобто вона використовує інформацію про студента, вводить в модель студента перелік навчальних фрагментів та час вивчення, отриману оцінку, визначає прогалини в знаннях студента і адаптує навчальний матеріал відповідно до його знань.

У четвертому розділі на основі запропонованих методів та моделей розроблено інформаційну технологію побудови індивідуальної траєкторії навчання. Цю технологію реалізовано в рамках системи адаптивного навчання (рисунок 14), алгоритми функціонування якої описано в дисертаційній роботі.

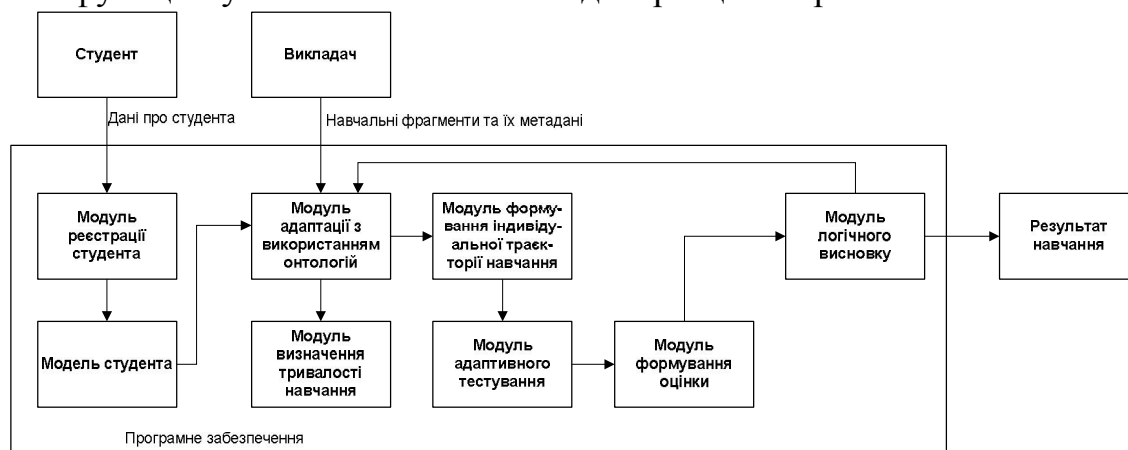


Рисунок 14 – Структура системи адаптивного навчання

На завершення підготовки навчального матеріалу потрібно підібрати навчальні фрагменти різного рівня складності, визначити семантичні зв'язки між ними і сформуванати індивідуальну навчальну траєкторію для зменшення часу

навчання і вивчення певної кількості навчальних фрагментів. Це складне завдання викладача, тому що комп'ютеризована система має певні обмеження і не може оцінити творчі аспекти навчання. При підготовці навчального матеріалу викладач повинен додати до метаданих кожного навчального фрагменту його складність, тип та нормативний час вивчення. Складна підготовка навчального матеріалу спрощує подальше формування індивідуальної траєкторії навчання.

Можливість вибору студентом мінімальної оцінки, яка його влаштовує, подана на рисунку 15. Після цього студенту за його рейтингом видається певна кількість навчального матеріалу. Частина навчального матеріалу вищої складності не відображається. Підсумкову оцінку студента, отриману при проходженні завершального тестування, подано на рисунку 16. Якщо результат нижчий 60 балів, студенту видається вже пройдений навчальний матеріал з додатковими роз'ясненнями, додатковими вправами, посиланнями на навчальний матеріал доступний в мережі Інтернет, і він продовжує вивчення теми. Коли студент в результаті тестування отримує більше 60 балів, йому пропонується продовжити навчання, щоб отримати кращу оцінку або завершити вивчення і здати тему викладачу.

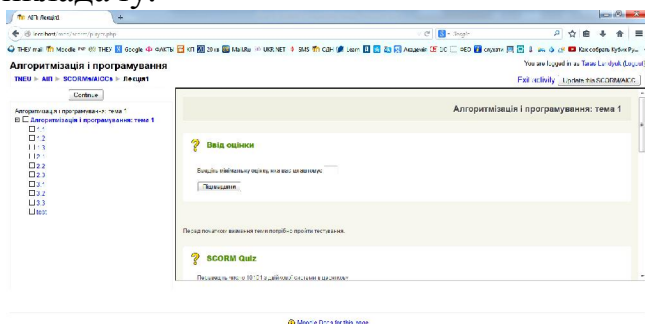


Рисунок 15 – Вибір бажаної оцінки студентом

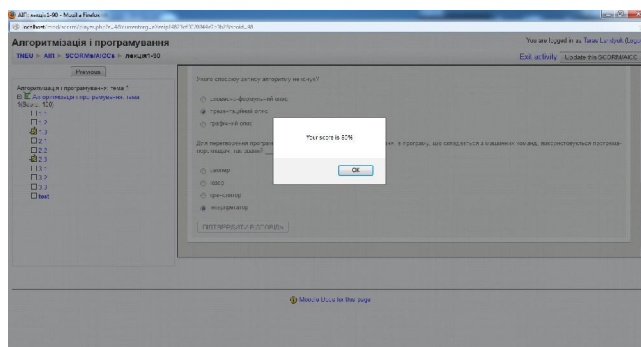


Рисунок 16 – Підсумкова оцінка студента після проходження завершального тестування

Складність тестових питань визначається емпіричним способом. Для цього необхідно протестувати студентів, а складність тестових питань визначається в процесі обробки результатів. Розмір вибірки не повинен бути менший 100-150 осіб, а кількість тестових завдань не повинна бути меншою 40. Порівняння запропонованого методу з відомими аналогами при вивченні дисципліни «Теорія прийняття рішень» подано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння запропонованого методу з відомими аналогами при вивченні дисципліни «Теорія прийняття рішень»

Метод тестування	Середнє	Дисперсія	Найбільше значення	Найменше значення	Час тестування (хв.)
MLE	2,75	0,17	3,28	2,28	19,22
OWEN	3,16	0,22	3,87	2,68	22,15
EAP	2,87	0,24	3,55	2,27	20,12
MAP	3,29	0,15	3,87	2,87	23,02
SPRT	4,03	0,15	4,35	3,37	28,20
EXSPRT-R	3,77	0,15	4,12	3,23	26,39
Пропонований метод	1,79	0,16	2,36	1,45	12,53

Робота запропонованої системи (див. рисунок 14) випробувана при вивченні дисциплін «Управління проектами інформатизації», «Теорія прийняття рішень» та «Управління інформацією і знаннями». Результати експериментальних досліджень підтвердили правильність наукових положень дисертаційної роботи, оскільки впровадження інформаційної технології побудови індивідуальної траєкторії навчання знижує час навчання на 20-25% у порівнянні з відомими аналогами. Результати виявилися співмірними, тому що в різних групах і на різних спеціальностях навчаються різні студенти і з різним рівнем знань, а тестові питання є простими і складними незалежно від спеціальності.

ВИСНОВКИ

У дисертації теоретично узагальнено та розв'язано наукову задачу щодо формування індивідуальної траєкторії навчання, онтології навчальної дисципліни та зменшенню часу навчання і тестування в системі дистанційного навчання MOODLE з використанням стандарту SCORM. Проведене наукове дослідження дало змогу сформулювати такі висновки:

1. Проаналізовано існуючі методи та інформаційні технології для комп'ютеризації навчання. За результатами огляду програмного забезпечення систем дистанційного навчання підтверджено доцільність використання СДН MOODLE, а також підготовки навчальних матеріалів у стандарті SCORM для навчання та самопідготовки студентів та слухачів курсів підвищення кваліфікації. Обґрунтовано, що сучасне дистанційне навчання повинно адаптуватися до індивідуальних особливостей студента при організації контролю знань і побудові індивідуальної траєкторії навчання.

2. Досліджено шляхи покращення використання технологій семантичного вебу для Web-серверного зберігання і видачі навчальної інформації користувачеві на базі онтології з доповненням їх метаданими в стандарті SCORM. Зокрема, запропоновано додати до метаданих навчального фрагменту його тип, складність та нормативний час вивчення, що дозволить більше ефективно готувати навчальний матеріал.

3. Розроблено і програмно реалізовано алгоритм адаптивного навчання з використанням навігації в мережі навчальних фрагментів з вибором навчальних фрагментів відповідно до їх типу. Експериментально підтверджено, що це дає можливість зменшити час навчання студента, з кількістю навчальних фрагментів певного рівня складності і рівнем підготовки студента, на 20%.

4. Запропоновано метод формування індивідуальної траєкторії навчання з врахуванням складності навчального матеріалу, рівня знань студентів та індивідуальної траєкторії навчання, з врахуванням складності навчального матеріалу і рівня знань студентів і зменшення часу проходження індивідуальної траєкторії навчання. Вдосконалено модель пірамідального тестування, яку реалізовано у вигляді плагіну для системи дистанційного навчання MOODLE. На основі запропонованого методу і вдосконаленої моделі розроблено і програмно реалізовано алгоритм адаптивного тестування. В результаті експериментальних досліджень підтверджено, що час виконання адаптивних тестів скорочується приблизно на 25%.

5. Розроблено нечітку модель формування індивідуальної траєкторії навчання і визначення часу її проходження для розширення онтології навчального фрагменту

шляхом введення нечіткого критерію складності навчального фрагменту і нормативного часу його вивчення для підбору навчальних фрагментів з раціональною складністю і мінімальним часом вивчення. Реалізація моделі на редакторі онтологій Protégé показала, що при цьому суттєво розширюється онтологія навчального фрагменту.

6. Розроблено нечітку модель комп'ютерного адаптивного тестування для зміни складності наступних блоків тестових питань та визначення рівня знань студентів. Її програмна реалізація на MatLab підтвердила, що дана модель, порівняно з існуючими моделями тестування, дозволяє зменшити час тестування і мотивувати студента.

7. Розроблено модель формування набору навчальних фрагментів з врахуванням рівня знань студентів та складності навчальних фрагментів. У результаті її програмної реалізації на основі пакету SCORM створено можливість трансформації системи дистанційного навчання MOODLE в категорію адаптивних систем.

8. Проведено статистичну оцінку розробленої інформаційної технології та виконано її порівняння з відомими аналогами, що підтвердило достовірність отриманих результатів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Коваль В. С. Проектна архітектура інформаційного порталу дистанційного навчання засобами семантичного вебу / В. С. Коваль, Т. В. Лендюк, С. П. Ріппа // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2011. – № 3(39). – С. 128-136.

2. Лендюк Т. В. Моделювання комп'ютерного адаптивного навчання і тестування / Т. В. Лендюк // Праці Одеського політехнічного університету: Науковий та науково-виробничий збірник. – Одеса, 2013. – Вип. 1(40). – С. 110-115. (індексована наукометричними базами Index Copernicus, Ulrich's periodicals directory).

3. Лендюк Т. В. Інформаційна технологія формування індивідуальної траєкторії навчання з врахуванням складності навчального матеріалу і рівня знань студентів / Т. В. Лендюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2016. – № 3 (56). – С. 213-221. (індексована наукометричною базою Index Copernicus).

4. Лендюк Т. В. Знание-ориентированная информационная технология для построения системы адаптированного обучения / Т. В. Лендюк // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2016. – № 5. – С. 16-21.

5. Васильків Н. М. Нечітка система розподілу завдань для тестування студентів / Н. М. Васильків, Л. О. Дубчак, Т. В. Лендюк, І. В. Турченко // Науковий вісник Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Серія: Комп'ютерні системи та компоненти. Том 7, Випуск 2. – Чернівці: ЧНУ, 2016. – С. 20-24.

6. Лендюк Т. В. Нечітка модель формування індивідуальної траєкторії навчання та побудова онтології на її основі / Т. В. Лендюк, Н. М. Васильків // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2017. – Том 7. – № 1-2. – С. 103-112.

7. Лендюк Т. В. Оптимізація ресурсних і якісних обмежень в управлінні

освітніми проектами / Т. В. Лендюк // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2010. – №4, Т.1. – С. 60-68.

8. Лендюк Т. В. Адаптивне навчання та нечітка логіка при побудові індивідуальної траєкторії навчання // Т. В. Лендюк // Електронне наукове фахове видання «Глобальні та національні проблеми економіки». Липень 2015. – випуск № 6. – С. 959-964.

9. Lendyuk T. Project Management Using in Distance Education / T. Lendyuk, S. Rippa, E. Strime // Proceedings of the 2nd IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2003, Lviv, Ukraine, September 8-10, 2003. – pp. 503-507. (індексована наукометричними базами Web of Science, Scopus).

10. Лендюк Т. В. Використання проектного менеджменту в освіті та дистанційному навчанні / Т. В. Лендюк, С. П. Ріппа // «Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці та бізнесі», тези IV міжнародної науково-практичної конференції (Ірпінь, травень 2003 р.). – С. 586-588.

11. Lendyuk T. Models of Project Resources Using / T. Lendyuk, R. Pasichnyk, S. Rippa, S. Voznyak // Proceedings of the 3rd IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2005, Sofia, Bulgaria, September 5-7, 2005. – pp. 717-722. (індексована наукометричними базами Web of Science, Scopus).

12. Rippa S. Selection of Alternative Projects Using Data Mining / S. Rippa, T. Lendyuk // Proceedings of the 4th IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2007, Dortmund, Germany, September 6-8, 2007. – pp. 550-554. (індексована наукометричними базами Web of Science, Scopus).

13. Ріппа С. П. Інформаційно-комунікаційні технології як фактор глобалізації освіти / С. П. Ріппа, Т. В. Лендюк // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці», 23-24 квітня 2009 року, Частина 2, Ірпінь 2009. – С. 158-161.

14. Lendyuk T. Optimization of Resource and Qualitative Limitations in Management of Education Projects / T. Lendyuk, S. Rippa // Proceedings of the 5th IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2009, Rende, Italy, September 21-23, 2009. – pp. 591-596. (індексована наукометричними базами Web of Science, Scopus).

15. Lendyuk T. Information Portal of E-Learning System in Semantic Web Environment / T. Lendyuk, S. Rippa // Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2011, Prague, Czech Republic, September 15-17, 2011. – pp. 637-641. (індексована наукометричною базою Scopus).

16. Коваль В. С. Система дистанційного навчання як інформаційний портал в середовищі семантичного Вебу / В. С. Коваль, Т. В. Лендюк, С. П. Ріппа // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали II Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2012. – Тернопіль: ТНЕУ, 2012. – С. 179-180.

17. Lendyuk T. Simulation of Computer Adaptive Learning and Improved Algorithm of Pyramidal Testing / T. Lendyuk, S. Rippa, S. Sachenko // Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2013, Berlin, Germany,

September 12-14, 2013. – pp. 764-769. (індексована наукометричною базою Scopus).

18. Лендюк Т. В. Знання-орієнтований підхід до побудови індивідуальної траєкторії навчання / Т. В. Лендюк, С. І. Саченко // Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці та освіті : [матеріали XIV міжнародного наукового семінару, Київ – оз. Світязь, 29 червня – 3 липня 2015 року], С. 198-202.

19. Лендюк Т. В. Використання нечіткої логіки для формування індивідуальної траєкторії навчання / Т. В. Лендюк // Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Українська наука: проблеми сьогодення та перспективи розвитку», Київ, 24-25.07.2015, – С. 44-47.

20. Lendyuk T. Fuzzy Rules for Tests Complexity Changing for Individual Learning Path Construction / T. Lendyuk, S. Sachenko, S. Rippa, G. Sapojnyk // Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2015, Warsaw, Poland, September 24-26, 2015. – pp. 945-948. (індексована наукометричними базами Web of Science, Scopus).

21. Lendyuk T. Individual Learning Path Building on Knowledge-based Approach / T. Lendyuk, A. Melnyk, S. Rippa, I. Golyash, S. Shandruk // Proceedings of 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2015, Warsaw, Poland, September 24-26, 2015. – pp. 949-954. (індексована наукометричними базами Web of Science, Scopus).

22. Лендюк Т. В. Формування індивідуальної траєкторії навчання з використанням знання-орієнтованого і нечіткого підходів / Т. В. Лендюк, С. П. Ріппа, С. І. Саченко // Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці, освіті та подоланні наслідків Чорнобильської катастрофи [матеріали XV Міжнародного наукового семінару, Київ – оз. Світязь, 4–8 липня 2016 року]. – С. 279-283.

АНОТАЦІЯ

Лендюк Т. В. Знання-орієнтовані методи та інформаційна технологія для побудови системи комп'ютеризації освіти. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології. – Тернопільський національний економічний університет Міністерства освіти і науки України, Тернопіль, 2017.

Дисертація присвячена дослідженню формування індивідуальної траєкторії навчання, онтології навчальної дисципліни та зменшенню часу навчання і тестування.

Розроблено метод формування індивідуальної траєкторії навчання з врахуванням складності навчального матеріалу, рівня знань студентів та індивідуальної траєкторії навчання, який дозволяє скоротити час навчання та тестування. Розроблено нечітку модель формування індивідуальної траєкторії навчання, яка відрізняється від аналогів врахуванням рівня знань студента, змістової складової та складності навчального фрагмента, що дало можливість розширити онтологію навчального фрагменту. Розроблено нечітку модель комп'ютерного адаптивного тестування на основі правильності відповідей студента на поточний блок питань, складності поточного блоку питань і затраченого часу, яка, порівняно з існуючими моделями тестування, дала змогу пришвидшити процес тестування і

мотивувати студента. Удосконалено модель пірамідального тестування, яка, в порівнянні з тематично-блочним тестуванням, зменшує час тестування. Удосконалено онтологію навчального фрагменту з інтеграцією в середовищі системи дистанційного навчання MOODLE, стандарту SCORM та системи баз знань Protégé, яка, шляхом введення критерію складності навчального фрагменту і нормативного часу його вивчення, дає можливість здійснювати підбір навчальних фрагментів, раціональний за часом і складністю.

На основі запропонованих методів отримала подальший розвиток інформаційна технологія побудови індивідуальної траєкторії навчання, що пришвидшує тестування студентів при їх навчанні та самопідготовці.

Ключові слова: комп'ютерне адаптивне тестування, система дистанційного навчання, MOODLE, пакет SCORM, індивідуальна траєкторія навчання, навчальний фрагмент, онтологія, метадані.

АННОТАЦІЯ

Лендюк Т. В. Знание-ориентированные методы и информационная технология для построения системы компьютеризации образования. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии. – Тернопольский национальный экономический университет Министерства образования и науки Украины, Тернополь, 2017.

Диссертация посвящена исследованию формирования индивидуальной траектории обучения, онтологии учебной дисциплины и уменьшению времени обучения и тестирования.

Разработан метод формирования индивидуальной траектории обучения с учетом сложности учебного материала, уровня знаний студентов и индивидуальной траектории обучения, который позволяет сократить время обучения и тестирования.

Разработана нечеткая модель формирования индивидуальной траектории обучения, которая отличается от аналогов учетом уровня знаний студента, содержательной составляющей и сложности учебного фрагмента, что позволило расширить онтологию учебного фрагмента. Разработана нечеткая модель компьютерного адаптивного тестирования на основе правильности ответов студента на текущий блок вопросов, сложности текущего блока вопросов и затраченного времени, которая по сравнению с существующими моделями тестирования, позволила ускорить процесс тестирования и мотивировать студента.

Усовершенствованная модель пирамидального тестирования, которая, по сравнению с тематическим блочным тестированием, уменьшает время тестирования. Усовершенствованна онтология учебного фрагмента с интеграцией в среде системы дистанционного обучения MOODLE, стандарта SCORM и системы баз знаний Protégé, которая, путем введения критерия сложности учебного фрагмента и нормативного времени его изучения, дает возможность осуществлять подбор учебных фрагментов, рациональный по времени и сложности.

На основе предложенных методов и моделей разработана информационная технология, что разрешило реализацию компьютеризированного формирования индивидуальной траектории обучения для каждого студента с учетом его уровня знаний, а также типа и сложности учебных фрагментов, входящих в

индивидуальную траекторию обучения. Результаты экспериментальных исследований с использованием разработанного программного обеспечения подтверждают верность научных положений предложенной информационной технологии, поскольку ее внедрение позволило при адаптивном тестировании учесть сложность заданий, адаптировать тесты к потребностям студента, повысить мотивацию студентов и сократить время выполнения адаптивных тестов.

В диссертации на основе предложенных методов получила дальнейшее развитие информационная технология построения индивидуальной траектории обучения на основе системы дистанционного обучения MOODLE и стандарта SCORM с использованием усовершенствованной модели пирамидального тестирования, которая уменьшает время тестирования студентов при обучении и самоподготовке. Построена индивидуальная траектория обучения с возможностью сокращения учебных фрагментов высокой сложности.

Ключевые слова: компьютерное адаптивное тестирование, система дистанционного обучения, MOODLE, пакет SCORM, индивидуальная траектория обучения, учебный фрагмент, онтология, метаданные.

ANNOTATION

Lendyuk T. V. Knowledge-Oriented Methods and Information Technology for Construction of Education Computerization Systems. – The manuscript.

The thesis for the degree of candidate of technical sciences on specialty 05.13.06 – information technologies. – Ternopil National Economic University Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil, 2017.

The thesis is devoted to the study of the formation of an individual learning path, ontology of the discipline and reduction of the training and testing time.

There is developed a method for the formation of individual learning paths, taking into account the complexity of the educational material, the level of students' knowledge and individual learning paths, which reduces the time of training and testing.

Fuzzy model of individual learning paths, differs from its analogues into account the student's level of knowledge, content and complexity of the educational component of the fragment, which expanded ontology of educational track. A fuzzy model of computer adaptive testing is developed based on the correct answers of the student to the current block of questions, the complexity of the current block of questions and the time spent, which, in comparison with existing testing models, allowed to speed up the testing process and motivate the student.

There was modified pyramidal model test, which, in comparison with thematically unit testing reduces testing time. The ontology of the learning fragment with integration in the environment of the MOODLE distance education system, the SCORM standard and the Protégé knowledge base system has been modified, which, by introducing the criterion of the complexity of the learning fragment and the standard time of its study, makes it possible to select training fragments that are rational in time and complexity.

On the base of proposed methods, the information technology of individual learning trajectory generating, which accelerate the students testing at their training and self-study.

Keywords: computer adaptive testing, learning management system, MOODLE, SCORM package, individual learning path, learning object, ontology, metadata.

Підписано до друку 06.11.2017 р.
Формат 60x90/16. Гарнітура Times.
Папір офсетний. Друк на дублікаторі.
Умов. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,0.
Зам. № А046-17. Тираж 110 прим.

Видавець та виготовлювач
Тернопільський національний економічний університет
вул. Львівська, 11, м. Тернопіль 46004

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців ДК № 3467 від 23.04.2009 р.*

Видавничо-поліграфічний центр «Економічна думка ТНЕУ»
вул. Бережанська, 2, м. Тернопіль 46004
тел. (0352) 47-58-72
E-mail: edition@tneu.edu.ua