



УДК 378.146

## МЕТОД ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ ПРИ НЕЧІТКІЙ ІНФОРМАЦІЇ

О.М. Паламарчук<sup>1</sup>, М.В. Педоряка<sup>2</sup>, М.М. Балака<sup>3</sup>

<sup>1</sup>студентка групи ПНК-41, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: [olgahodnevich@ukr.net](mailto:olgahodnevich@ukr.net)

<sup>2</sup>студентка групи ПНМ-21, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: [marinabgan@bigmir.net](mailto:marinabgan@bigmir.net)

<sup>3</sup>асистент кафедри будівельних машин, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: [maxim.balaka@gmail.com](mailto:maxim.balaka@gmail.com)

**Анотація.** В роботі наведено багатокритеріальний метод експертного оцінювання знань студентів в умовах нечіткої інформації, який дозволяє знизити суб'єктивізм викладачів, отримати максимально достовірну інформацію про рівень знань студентів та оцінити їх із врахуванням різних способів навчання, автоматизувавши даний процес.

*Ключові слова:* знання, експертне оцінювання, метод, модель, нечітка інформація, контроль, тестування, база даних.

## METHOD OF KNOWLEDGE EXPERTISE IN FUZZY INFORMATION

Olga Palamarchuk<sup>1</sup>, Marina Pedoryaka<sup>2</sup>, Maxim Balaka<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Student of group PNC-41, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: [olgahodnevich@ukr.net](mailto:olgahodnevich@ukr.net)

<sup>2</sup>Student of group PNM-21, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: [marinabgan@bigmir.net](mailto:marinabgan@bigmir.net)

<sup>3</sup>Assistant of Building Machinery Department, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: [maxim.balaka@gmail.com](mailto:maxim.balaka@gmail.com)

**Abstract.** The paper presents a multicriterion method of knowledge expert estimation of students in fuzzy information. It allows to reduce the subjectivity of teachers, to get the most reliable information about the level of students knowledge and estimate them based on different training methods, automating this process.

*Keywords:* knowledge, expert estimation, method, model, fuzzy information, control, testing, database.

**Вступ.** Світовою практикою доведено, що сучасна освіта не може успішно функціонувати в колишніх педагогічних формах. Тому реформи освіти останніх років обумовили тенденції переходу теорії і практики, в рамках якої студент виступає як об'єкт навчальних впливів, до безперервної освіти, що базується на самостійній роботі студента з метою самовдосконалення.

На сьогодні процес навчання розуміється не як придбання сукупності знань і володіння набором професійних навичок, а як розвиток різноманіт-



них здібностей системного характеру та підвищення ступеню їх продуктивності. Тому актуальною науковою задачею є розробка нових методів аналізу процесу навчання з можливістю подальшого контролю та інваріантності оцінки якості засвоєння декларованих знань, вмінь і сформованих навичок, необхідних для виконання професійної діяльності. Пріоритетним напрямом розвитку системи навчання є створення автоматизованих систем декларування і оцінювання знань. Використання мережних технологій є передумовою створення комп'ютерних тестових систем, які дозволять автоматизувати контроль знань при прийнятті рішень про рівень навченості студентів.

Впровадження тестових технологій дозволить підвищити якість і об'єктивність оцінювання процесу навчання, знизивши суб'єктивну оцінку конкретного педагога, і значно деталізувати, уніфікувати атестаційні вимоги з дисциплін на основі Державних освітніх стандартів, підвищити об'єктивність атестації та оцінити ефективність професійної діяльності викладачів.

**Мета роботи.** Проаналізувати метод експертного оцінювання знань студентів, в основі якого лежить формалізований критерій, що узагальнює досвід кваліфікованих викладачів в області інформаційних технологій.

**Матеріал та результати досліджень.** Одним з напрямів вдосконалення процесу навчання є розробка оперативної системи оцінювання знань, вмінь та навичок, що дозволяє проводити контроль і об'єктивно оцінювати знання студентів, виявляючи наявні пропуски і визначаючи способи їх ліквідації. Тому питання оцінки знань цікавлять багатьох вчених, як педагогів, так і спеціалістів в області інформаційних технологій. На сьогодні існує велика кількість різноманітних методів проведення контролю та оцінювання знань студентів як при традиційному, так і комп'ютерному навчанні.

Л.А. Растрігіним було запропоновано розглядати процес навчання як процес управління складною системою [1]. Аналогічно можна представити і процес управління адаптивним методом контролю і оцінки знань (рис. 1).

Блок «Алгоритм контролю і оцінки знань» виконує функції аналізу діяльності студента (перевірка правильності його відповідей і виконуваних дій), управління процесом контролю і оцінки знань на основі обраного методу, а також визначення результатів контролю (виставлення оцінки студенту).

База знань (БЗ) містить методи і/або моделі процесу контролю і оцінки знань, а також сукупність знань предметної області. База даних (БД) містить набори запитань і задач, що призначені для перевірки знань студента і/або дані для формування завдань. Контрольні завдання можуть генеруватись автоматично на основі БЗ. База даних і база знань спільно з моделлю студента утворюють репозиторій системи контролю і оцінки знань.

Формувальник запитань і задач використовується для формування і видачі студенту наступного завдання (запитання чи задачі).



Рисунок 1 – Модель адаптивного контролю і оцінки знань

Модель студента містить різноманітну інформацію про студента: передісторія навчання; загальний рівень підготовленості; результати поточної роботи (тип виконуваних завдань, час виконання завдань, кількість звертань за допомогою тощо); особистісні психологічні характеристики (тип і направленість особистості, репрезентативна система, здібність до навчання, рівень хвилювання-тривоги або стресу, особливості пам'яті тощо) [2].

Контроль знань виконується наступним чином: студент виконує запропоноване завдання, і результат його роботи поміщається в модель студента. Блок «Алгоритм контролю і оцінки знань» на основі аналізу відповіді студента, цілей контролю  $Z$  і використовуваного методу проведення контролю, враховуючи зовнішні ресурси  $R_1$  (наприклад, можливості системи) і внутрішні ресурси студента  $R_2$  (наприклад, час контролю), а також стан середовища  $D_x$ , визначає параметри запропонованого студенту завдання.

Формувальник запитань і задач, отримавши від блоку «Алгоритм контролю і оцінки знань» дані про параметри наступного завдання, обирає з БД і/або БЗ необхідну інформацію  $I$ , формує текст завдання і видає його студенту. В найпростішому випадку робота такого блоку зводиться до вибору потрібного запитання чи задачі з бази даних. При деяких видах контролю (наприклад, при поточному чи самоперевірці) може бути передбачений зворотній зв'язок  $K$ , що складається з видачі коментарію на відповідь.

Визначення та оцінка знань є задачею розпізнавання, що засновано на навчанні. Вирішення проблеми оцінювання складається з наступних етапів (рис. 2): визначення параметрів навчання, виконуване до початку контролю знань (КЗ); збір, аналіз і/або перетворення даних в процесі контролю (розпізнавання); виставлення оцінки за роботу після закінчення контролю.

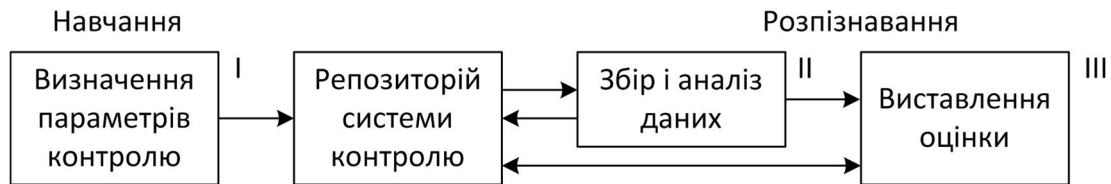


Рисунок 2 – Модель оцінювання знань під час контролю

На першому етапі за результатами контрольного експерименту визначаються метадані завдань (складність, значущість тощо) і встановлюються параметри КЗ (кількість запитань, час на відповідь тощо). Метадані й параметри поміщаються в репозиторій системи і використовуються на наступних етапах. На другому етапі при виконанні студентом контрольних завдань здійснюється збір, аналіз і, можливо, попередня обробка отриманих даних. На останньому етапі виставляється загальна оцінка за роботу.

У більшості методів оцінювання передбачається обчислення деякої величини, яка порівнюється із заздалегідь заданим граничним значенням:

$$I = \begin{cases} 1, & Q \leq c_1, \\ 2, & c_1 < Q \leq c_2, \\ \dots & \\ M, & Q > c_{M-1} \end{cases} \quad (1)$$

де  $I$  – оцінка за контрольну роботу;  $\{c_1, c_2, \dots, c_M\}$  – вектор граничних значень;  $M$  – максимально можлива оцінка (за п'ятибальною шкалою,  $M = 5$ ).

Сучасні інформаційні технології розробки тестів ґрунтуються на комплексній методиці складання тестових завдань з урахуванням рекомендацій декількох експертів, які є фахівцями у даній предметній області.

На сьогодні комп'ютерні технології є невід'ємною складовою процесу навчання. Таким чином, вирішення проблеми поліпшення якості, активізації та індивідуалізації навчання може бути досягнуто лише на основі органічного застосування комп'ютерних технологій в навчальному процесі поряд із традиційними методами навчання. Аналіз світової педагогічної практики дозволяє виділити наступні типи програмних продуктів для супроводу процесу навчання: комп'ютерні підручники; навчальні програми; імітаційні і моделюючі тренажери; електронні підручники і словники; системи самопідготовки і самоконтролю; системи контролю знань і тестування тощо.

Системи тестування орієнтовані на оцінку рівня знань людини, яку навчають, у заданих точках аналізу навчального процесу. Використовуючи різні методики, такі системи пропонують відкритий або закритий варіант запитання. Вибір форми варіанта запитання багато в чому залежить від ступеня формалізації предметної області. Комбінація в тестовій системі двох форм оцінювання знань дозволяє підвищити гнучкість і адаптивність сис-



теми навчання. Тому кожна з представлених структур дозволяє надавати навчальний матеріал відповідно до послідовності, що забезпечує прийнятне подання навчального матеріалу згідно вимог предметної області [3].

БЗ з дисципліни можна представити у вигляді ієрархічної структури. Структура знань з дисципліни розбивається на розділи  $R$ , які впливають на результат діагностики з ваговими коефіцієнтами  $\mu_r$ . Кожен розділ  $R$  (модуль) складається з тем  $T_i$  з урахуванням вагових коефіцієнтів  $\mu_t$  (рис. 3).

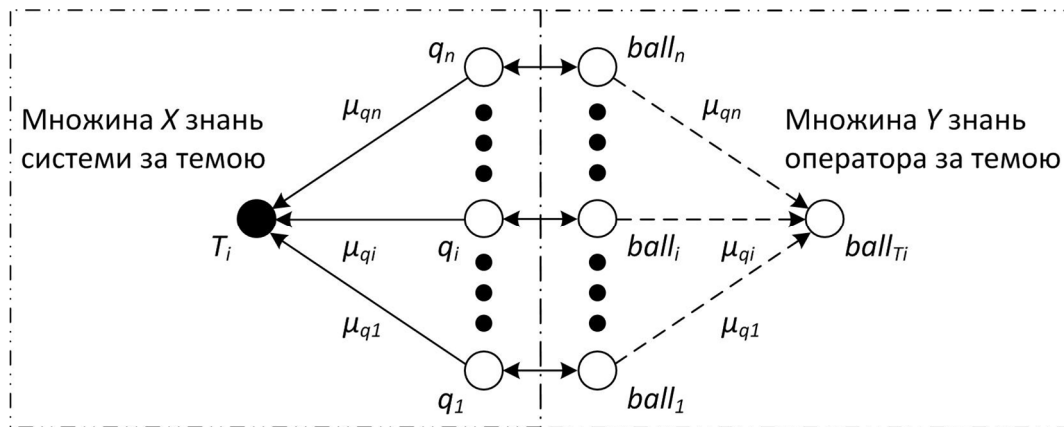


Рисунок 3 – Множинна модель структури знань за темою

Кожна тема складається з елементів знань (основні положення, визначення, формули, закони), яким відповідають тестові запитання  $q_i$  в системі діагностики знань. Будемо вважати, що знання  $Y$  оператора є нечітка підмножина множини  $X$  знань системи з деякою функцією належності  $\mu_Y(x)$ , що характеризує ступень засвоєння об'єктом навчання елемента  $x_i$  множини знань  $X, \forall x_i \in X$ . При цьому кожному елементу  $x_i$  знань системи ставиться в відповідність тестове запитання  $q_i$ .

Нечітка підмножина  $Y$  множини  $X$  представляє собою множину пар:

$$Y = \left\{ \left[ x / \mu_Y(x) \right] \right\}, \quad x_i \in X, \mu_Y(x) \in [0 \dots 1]. \quad (2)$$

Рішення про рівень навченості з дисципліни приймається на основі результатів тестування на нижньому рівні знань (запитання за темою) шляхом згортання залежно від відповідних вагових коефіцієнтів.

Кожній змістовній одиниці знань  $x_i$  відповідає тестове запитання  $q_i$  з вагою  $\mu_{q_i}$  в шкалі нечітких множин  $[0 \dots 1]$ , яка призначається експертно та залежить від: міри вкладу певного елемента знань у знання по типу розділу; лінгвістичної форми подання запитання; складності запитання.

Міра вкладу певного елемента знань у знання по розділу визначається експертом зі знань – спеціалістом в галузі знань, яка досліджується.

Складність питання визначається на етапі попереднього налагодження тесту на контрольній групі операторів з метою виявлення найбільш склад-



них і простих запитань, на які не було надано жодної правильної відповіді. У випадку коли потрібно виявити особливо здібних студентів, слід залишити в тесті складні питання для виявлення евристичного мислення фахівців.

Лінгвістична форма подання питання  $q_i$  може бути класифікована на підставі наступних логіко-семантичних еталонів [4]:

1. Концептуальні питання «Хто? Що?» і «Визначити поняття».

2. Концептуально-аналітичні питання «Провести аналогію».

3. Концептуально-семантичні питання  $q_i$ , які дозволяють визначити змістовну еквівалентність або близькість понять і ситуацій, описують об'єкт  $S = f(X_i)$ , де  $X_i \subset X$  і є підмножиною змістовних одиниць знань з оператором відношення  $\sigma$  «один до одного» на множині  $X$  одиниць знань, що можна записати в наступному вигляді  $q_i \langle \sigma \rangle x_i \in X$ .

4. Фактологічні питання  $q_i$  визначають існування явища або ситуації, які позначимо  $S_1$ , а факт їх існування з об'єктом  $S$  у момент часу  $t$ , визначає оператор  $\psi$ . Отже, можна записати  $S(t) \langle \psi \rangle S_1(t), \dots, S_n(t)$ .

5. Функціональні (цільові або причинні) питання  $q_i$  «Для чого? Навіщо? Чому?» дозволяють виявити характерні зміни об'єкта  $S$  в ланцюжку причинно-наслідкових зв'язків  $\rightarrow S_1(t-2) \rightarrow S_1(t-1) \rightarrow S_1(t) \rightarrow S(t+1) \rightarrow \dots$ .

6. Структурні питання  $q_i$  «Із чого:» (або з яких частин складається) спрямовують сприйняття на аналіз зовнішнього вигляду об'єкта  $S$ , його структури і складових частин  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , що за допомогою оператора  $\chi$  утворять ціле:  $S \langle \chi \rangle S_1, S_2, \dots, S_n$ .

7. Проблемно-операційні завдання  $q_i$  з метою розв'язання поставленої задачі припускають використання змістовних одиниць  $z_i \in Z$  знань поза межами розглядуваної множини  $X$  знань, що формально відображається  $S \langle \psi \rangle x_i \in X, z_i \in Z$ .

Автоматизація процесу контролю знань дозволяє застосувати багато-критеріальну оцінку та значно спростити функції викладача та зменшити суб'єктивний фактор під час контролю і оцінювання знань студента [5].

Розглянемо структуру тестової системи (рис. 4) та методику формування кінцевої остаточної оцінки  $ball_{Ti}$  за результатами тестування та виведемо функціональну залежність знань оператора від впливу часу  $t$  та вагових коефіцієнтів  $\mu_q$ , які характеризують вклад кожного елементу знань в знання за розділом (темою):

$$ball_{Ti} = f(ball_q, ball_{max1}, ball_{min1}, ball_{max2}, ball_{min2}, M_T, M_q, t, t_{max}), \quad (3)$$

де  $t_{max}$  – час, що виділяється на відповідь і залежить від ваги питання  $M_q$ ;  $ball_{max1}$  і  $ball_{min1}$  – відповідно максимальний і мінімальний відносний бал, який може бути призначено за введення відповіді, що порівнюється з ета-



лоном;  $ball_{max2}$  і  $ball_{min2}$  – відповідно максимальний і мінімальний відносний бал, який може бути призначено за вибір відповіді із запропонованих варіантів;  $t$  – час, витрачений на відповідь;  $M_T$  – вага теми відносно розділу, модуля або дисципліни, що вивчається.

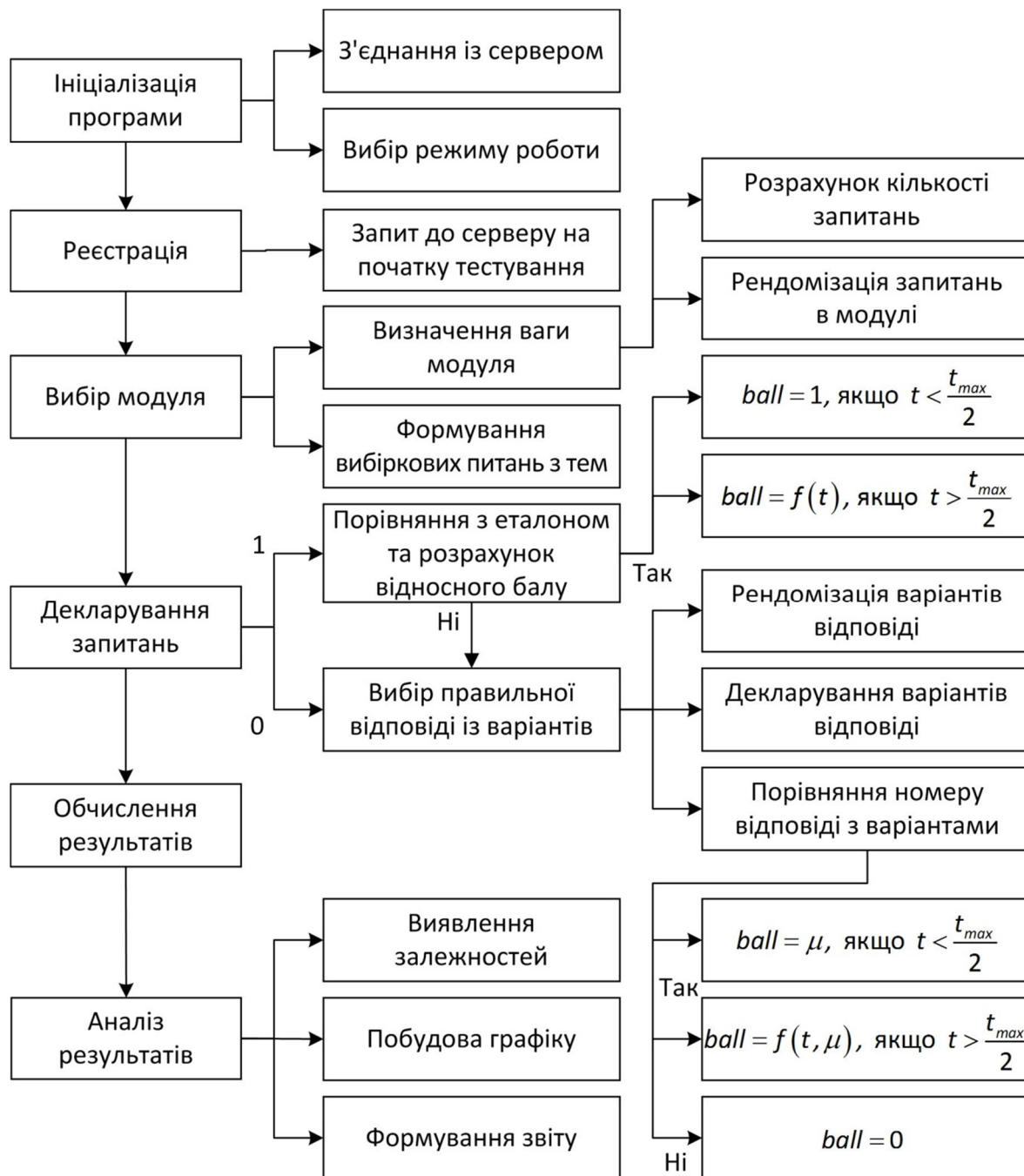


Рисунок 4 – Структурна модель тестової системи

Формування тестових запитань проводиться наступним чином. В базі даних експертно задається еталон та варіанти відповіді, з якими в процесі тестування проводиться порівняння з відповіддю користувача. При цьому



кожний варіант відповіді характеризує ступень відповідності еталону і оцінюється за шкалою нечітких множин.

На етапі структурування наукового змісту навчання експертно задаються: ваговий коефіцієнт  $\mu_T$  кожної теми; ваговий коефіцієнт  $\mu_q$  тестового запитання, що відповідає елементарному інформаційному об'єкту  $x_i$ .

За кожне тестове питання об'єкт навчання отримує бал –  $ball_q$ , що визначається  $ball_q = ball \cdot \mu_q$ , де  $ball$  – відносний бал, який отримує студент.

На першому етапі процесу тестування відповідь порівнюється з еталоном. Час  $t_{max}$ , що виділяється на надання відповіді, залежить від ваги питання  $\mu_q$ . При цьому системою динамічно враховується час, який об'єкт навчання витратив на відповідь. Функціональна залежність відносного балу  $ball$ , що призначається за відповідь від витраченого часу  $t$  має вигляд:

$$ball = \begin{cases} 1, & \text{якщо } 0 < t < \frac{t_{max}}{2}; \\ 1 - \left( \frac{2t - t_{max}}{t_{max}} \right) \cdot \left( \frac{ball_{max1} - ball_{min1}}{ball_{max1}} \right), & \text{якщо } \frac{t_{max}}{2} < t < t_{max}. \end{cases} \quad (4)$$

Якщо об'єкт навчання надав невірну відповідь, або закінчився час, що виділений на відповідь, переходимо до другого етапу тесту.

На другому етапі експертного оцінювання знань пропонуються вибір правильної відповіді з декількох варіантів. При цьому кожному варіанту відповіді експертно призначається ваговий коефіцієнт  $\mu_V$ , який дозволяє врахувати ступень відповідності відповіді еталону. Час  $t_{max}$ , що виділяється на відповідь залежить від ваги питання  $\mu_q$ . При цьому динамічно враховується час, який оператор витратив на вибір варіанту відповіді. На цьому етапі функціональна залежність відносного балу  $ball$ , що призначається за відповідь від витраченого часу  $t$ , має наступний вигляд:

$$ball = \begin{cases} \mu_V, & \text{якщо } 0 < t < \frac{t_{max}}{2}; \\ \mu_V - \left( \frac{2t - t_{max}}{t_{max}} \right) \cdot \left( \frac{ball_{max2} - ball_{min2}}{ball_{max2}} \right), & \text{якщо } \frac{t_{max}}{2} < t < t_{max}. \end{cases} \quad (5)$$

У зв'язку з тим, що при візуальному виборі варіанта йде звернення до короткочасної пам'яті та можливий процес «впізнання» інформації, відносний бал має бути  $ball_{max2} < ball_{max1}$ . У випадку слабо формалізованого середовища формування наукового змісту навчання, коли немає можливості однозначно задати еталон відповіді, процес оцінювання починається відразу з другого етапу, враховуючи, що відносний бал  $ball_{max2} = ball_{max1}$ .





При прийнятті рішення про рівень  $ball_{rez}$  знань за дисципліною та проведення рубіжного контролю типу диференційований залік або екзамен проводять згортання оцінок за темами  $T_i$  у такий спосіб:

$$ball_{rez} = \sum_{i=1}^m ball_{T_i} \cdot \mu'_{T_i}, \quad (6)$$

де  $m$  – кількість тем за дисципліною;  $\mu'_{T_i}$  – відносна вага теми, що задовольняє принципу повноти знань за дисципліною і дорівнює:

$$\sum_{i=1}^m \mu'_{T_i} = 1. \quad (7)$$

Технологія розподіленого мережного навчання припускає створення на базі комп'ютерних класів ефективного групового й індивідуального навчання під час традиційного навчального процесу. При наявності домашніх комп'ютерів мережне навчання забезпечує технічну можливість працювати не тільки в комп'ютерних класах вищих навчальних закладів.

**Висновки.** Таким чином, застосування комп'ютерної технології дозволяє відповідно до запропонованого підходу складати заочно іспити з урахуванням результатів тестування в інтерактивному режимі у світовій системі об'єднаних комп'ютерних мереж Internet. При цьому розглянута методика дозволяє підвищити ефективність, об'єктивність і гнучкість процесу проведення контролю та оцінки знань студентів, завдяки впровадженню в процес навчання новітніх інформаційних технологій діагностики знань.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Растрингин Л. А. Адаптивное обучение с моделью обучаемого / Л. А. Растрингин, М. Х. Эренштейн. – Рига : Зинатие, 1986. – 160 с.
2. Зайцева Л. В. Модели и методы адаптивного контроля знаний / Л. В. Зайцева, Н. О. Прокофьева // Educational Technology & Society. – 2004. – № 7(4). – С. 265–277.
3. Статистический подход к принятию решений по результатам тестирования для тестов открытой формы [Электронный ресурс] / Моисеев В. Б., Усманов В. В., Таранцева К. Р., Пятирублевый Л. Г. // Открытое образование. – 2001. – № 1. – Режим доступа : [http://www.mesi.ru/joe/N1\\_01/mo.html](http://www.mesi.ru/joe/N1_01/mo.html).
4. Свиридов А. П. Основы статистической теории обучения и контроля знаний / А. П. Свиридов. – М. : Высш. шк., 1981. – 262 с.
5. Белоус И. В. Методы математической статистики для анализа тестовых результатов / И. В. Белоусов, С. А. Пархоменко // Вестник ХГТУ. – 2002. – № 1(14). – С. 544–545.