

**ВДОСКОНАЛЕННЯ РЕЙТИНГОВОЇ КОНТРОЛЬНО-ОЦІНОЧНОЇ СИСТЕМИ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ**

**Н. О. Різун**, канд. техн. наук, доцент;  
**Ю. К. Тараненко**, д-р техн. наук,  
Дніпропетровський університет ім. Альфреда Нобеля,  
м. Дніпропетровськ

Наведено інструменти вдосконалення методики рейтингової контрольної оцінної системи вищого навчального закладу. Введено методику визначення коефіцієнта складності тестових завдань як чистого (без урахування технологічного) часу, витраченого на правильну відповідь. Запропоновано алгоритм поетапної актуалізації коефіцієнта складності за допомогою первинного (експертного шкалювання складності тестових завдань) та ітераційних (визначення відносного вагового коефіцієнта складності тестових завдань) етапів. Розроблено методику визначення рівня стійкості знань студентів із використанням коефіцієнта кореляції як залежності між значеннями величин, пропорційних відповідно до нормативного та фактично витраченого часу на кожну відповідь. Обґрунтовано доцільність обчислення рейтингу студента шляхом коригування фактично набраної кількості балів за правильні відповіді залежно від визначеного у ході тестового сеансу коефіцієнта кореляції між рядами нормативного та фактично витраченого часу на кожну відповідь.

**Ключові слова:** контрольна оцінна система, рейтинг, коефіцієнт складності, технологічний час, стійкість знань, коефіцієнт кореляції.

Приведены инструменты совершенствования методики рейтинговой контрольно-оценочной системы вуза. Введена методика определения коэффициента сложности тестовых заданий как чистого (без учета технологического) времени, затраченного на правильный ответ. Предложен алгоритм поэтапной актуализации коэффициента сложности заданий с помощью первичного (экспертного шкалирования сложности тестовых заданий) и итерационных (определение относительного весового коэффициента сложности тестовых заданий) этапов. Разработана методика определения уровня устойчивости знаний студентов с помощью коэффициента корреляции как зависимости между значениями величин, пропорциональных соответственно нормативному и фактически затраченному времени на каждый ответ. Обоснована целесообразность вычисления рейтинга студента путем корректировки фактически набранного количества баллов за правильные ответы в зависимости от определенного в ходе тестового сеанса коэффициента корреляции между рядами нормативного и фактически затраченного времени на каждый ответ.

**Ключевые слова:** контрольно-оценочная система, рейтинг, коэффициент сложности, технологическое время, устойчивость знаний, коэффициент корреляции.

**ВСТУП**

Сучасний розвиток автоматизованих систем тестування як інструменту виміру рівня знань у вищому навчальному закладі відкриває унікальні перспективи для пошуку і реалізації нових методологій оцінювання та технологій мотивації до збільшення статичних (навченість) і динамічних (здатності до навчання) показників діяльності студентів. Комп'ютерне тестування як частину освітнього процесу варто в першу чергу розглядати з точки зору цілей цього процесу. Визначивши, якою мірою проведення тестування може сприяти досягненню освітніх цілей, ми

зможемо визначити цілі, завдання і місце тестування в освітньому процесі.

До безперечних переваг тестових технологій контролю знань належать стандартизація умов та результатів, оперативність та економічність, якісний диференційований характер оцінки, оптимальна складність, надійність, справедливість. Проте серед недоліків цього інструменту відзначають: небезпеку технічних неточностей та помилок системи; достатню високу імовірність вгадування правильних відповідей; складність об'єктивного визначення ваги завдань, що вимагає попередніх масових експериментів і часових витрат, які виявляються невиправданими, особливо після чергової зміни викладача або підручника; односторонність рейтингової оцінки, тобто втрату індивідуального підходу та відсутність у результатах тестування докладної інформації про схильності студента [1].

Отже, в умовах формування інформаційного суспільства розроблення гнучкої та якісної рейтингової контрольно-оцінної системи ВНЗ, що покликана забезпечувати об'єктивною та актуальною інформацією про поточний рівень якості навчання, а також сприяти розвитку критичного ставлення до отриманих результатів, стимулювати студентів до отримання стійких та впевнених знань та формувати адекватну модель-характеристику їх природних й набутих здібностей та можливостей, є актуальною задачею, а пошук ефективних шляхів її рішення являє собою важливу наукову проблему.

Аналіз наукових розробок у галузі вдосконалення методики рейтингового тестування дозволив виявити ряд невирішених проблем, а саме:

1. Важливим напрямом підвищення об'єктивності оцінки рівня знань при комп'ютерному тестуванні є розроблення методик ідентифікації ступеня складності завдань. Один з відомих способів визначення вагових коефіцієнтів базується на комп'ютерній обробці статистичного масиву даних про відносну частку правильних відповідей на кожне поставлене запитання тесту. При визначенні складності тестового завдання найчастіше всього враховуються результати виміру знань лише студентів, причому студентів усіх рівнів знань [2, 3]. Інший варіант визначення вагових коефіцієнтів полягає в експертній оцінці складності кожного питання тесту [4, 5, 6]. Як недолік цього методу головним є неможливість у реальних обставинах залучити до опитування достатню кількість експертів, що дозволить забезпечити необхідну точність визначення вагового коефіцієнту. У цьому випадку рекомендовано використання частково адаптивних методів організації тестового сеансу, що передбачають використання операції калібрування тестових завдань у ході тестового сеансу шляхом коригування показників їх складності, але знову ж на підставі результатів статистичної обробки результатів оцінювання студентів усіх рівнів підготовки [7-9].

З точки зору авторів як спосіб вирішення даної проблеми може бути розроблення методики підвищення точності та об'єктивності вимірювання вагового коефіцієнта тестового завдання шляхом коригування первинного (визначеного певною кількістю експертів) вагового коефіцієнта з урахуванням показників рівня знань та специфіки сприйняття навчального матеріалу визначеними групами студентів, результати оцінки знань яких доцільно використовувати як "додаткову експертну інформацію".

2. Показник часу, витраченого на правильну відповідь на тестове завдання, поступово вводиться у методику тестування не тільки як фактор, що контролює час закінчення тестового сеансу, а й як інструмент підвищення адекватності ідентифікації результатів тестування реальному рівню знань студентів. Так, цей показник використовується як ваговий

коефіцієнт завдання виходячи з часу, який витрачає кваліфікований спеціаліст ("випробуваний еталон") на успішне виконання завдання [11], для отримання нормованої інформації про студента на етапі передобробки адаптивної системи тестування [12], а також як коригувальний множник до суми набраних балів при тестуванні [13, 14].

Однією з невирішених проблем можливо відзначити складність отримання достовірної інформації про нормативний час, що витрачається на правильну відповідь, що пов'язано: по-перше, з можливістю виникнення помилок при розрахунку фактичного часу, витраченого на відповідь, пов'язаних із технологічними збоями при поданні інформації на екран; по-друге, з відсутністю чіткої теорії обґрунтування максимальної адекватності цього показника як об'єктивного інструменту виміру нечіткого у формалізації складності тестового завдання з точки зору комплексного урахування таких аспектів, як час на прочитання тестового завдання (труднощі його формулювання) та час на надання правильної відповіді (складність самого завдання); по-третє, у зв'язку з обмеженою кількістю викладачів-експертів, яких можна залучити до експерименту.

Вирішенням цих проблем, з точки зору авторів, може бути вдосконалення теорії тестування шляхом розроблення методики використання чистого (без урахування технологічних помилок) фактичного часу, витраченого на правильну відповідь певною кількістю експертів, та скоригованого за показниками контролю рівня знань студентів із стійким рівнем знань.

3. Розвиток методик мотивування студентів до отримання впевнених знань передбачає, наприклад, стимулювання до стійкості знань шляхом "штрафування" досить довгих (що перевищують нормативний час) відповідей та використання у процесі організації процесу тестування методів психологічного розвантаження та ігрових сценаріїв [12, 15-18].

У зв'язку з цим авторами зазначається, що у наукових розробках, що були проаналізовані, не у повній мірі використовується інформаційний та мотиваційний потенціал показника часу, фактично витраченого на правильну відповідь, який дозволяє отримати та використати у ході ідентифікації рівня освоєння навчального матеріалу дані про: психологічну специфіку як окремої особистості, що тестується, так й середовища виміру знань взагалі; імовірність вгадування правильної відповіді; ступінь стійкості та надійності знань студента; об'єктивність встановлення нормативного часу на надання правильної відповіді; якість тестового завдання.

Вирішенням цієї проблеми може стати розроблення мотиваційних інструментів аналізу та прийняття рішень щодо коригування результатів виміру кількісних та якісних показників рівня знань на підставі статистичного масиву часових характеристик відповідей студентів.

**Метою статті** є удосконалення методики рейтингової контрольно-оцінної системи ВНЗ, що передбачає використання чистого (без урахування технологічного) часу, витраченого на правильну відповідь, як ідентифікатора складності тестового завдання та інструмента мотивації студентів до стійких та впевнених знань, а також реалізацію алгоритму актуалізації цього показника на базі статистичного матеріалу про результати правильних відповідей студентів із високим ступенем стійкості знань.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методологічний підхід до вдосконалення методики рейтингової контрольно-оцінної системи ВНЗ базується на таких, введених вперше, концепціях:

– з метою підвищення об'єктивності організації та проведення тестового сеансу база тестових завдань формується як безліч правильних відповідей і безліч неправильних відповідей до кожного питання та зберігається на сервері. При цьому безліч відповідей виробляють з безлічі правильних відповідей і з безлічі неправильних відповідей випадковим чином;

– з метою зменшення технологічної похибки у процесі розрахунку часу, витраченого на відповідь, запам'ятовується час очищення кешу відеопам'яті при повному завантаженні зображення поточного тестового завдання та час натиснення кнопки завершення роботи із поточним тестовим завданням;

– визначення складності тестових завдань як чистого (без урахування технологічного) часу, витраченого на правильну відповідь, виконується за допомогою первинного етапу (експертного шкалювання складності тестових завдань) та ітераційних етапів (визначення відносного вагового коефіцієнта складності тестових завдань);

– з метою мотивації студентів до стійких знань та зменшення ефекту "вгадування". Рейтинг визначається з урахуванням вагового коефіцієнта складності тестового завдання та значення коефіцієнта кореляції як залежності між значеннями величин, пропорційних відповідно нормативному та фактично витраченому часу на кожну відповідь.

Авторами розроблено комп'ютерну систему рейтингового тестування, що передбачає такі кроки практичної реалізації запропонованого методологічного підходу:

**Крок 1.** У ході тестового сеансу: із бази даних тестових завдань  $BD = \{Q_i^R; Q_i^W\}$  у випадковому порядку виконується подання питань та відповідей на питання групі із  $N$  осіб, де  $Q_i^R$  – безліч правильних;  $Q_i^W$  – безліч неправильних відповідей до кожного  $i$ -го питання ( $i = \overline{1, M}$ ); запам'ятовується час  $Start_i^j$  очищення кешу відеопам'яті при повному завантаженні зображення та часу  $Finish_i^j$  натиснення кнопки завершення роботи із поточним тестовим завданням; реалізується функція емуляції клавішної команди *PrintScreen*, що виконує формування файлу зображення екрану у момент очищення кешу відеопам'яті при повному завантаженні зображення поточного тестового завдання.

**Крок 2.** На етапі шкалювання складності тестових завдань виконується: запам'ятовування результатів кожної обраної викладачем-експертом відповіді  $Re z_j (j = \overline{1, N})$ ; розрахунок чистого часу, витраченого на правильну відповідь на  $i$ -те ( $i = \overline{1, M}$ ) тестове завдання кожним  $j$ -м викладачем-експертом  $T_i^j = Start_i^j - Finish_i^j$ ; первинне визначення та подальше зберігання середнього нормативного часу на вирішення тестового завдання  $\overline{T}_i$ , що буде використовуватися як первісний ваговий коефіцієнт складності завдання:  $L_{Di}^0 = \overline{T}_i + \Delta E$ , де  $E$  – похибка, призначена для коригування нормативно встановленого середнього часу на вирішення тестового завдання  $\overline{T}_i$  викладачем-експертом із поправкою на студентів, які будуть тестуватися (частіше усього береться такою, що дорівнює 10%).

**Крок 3.** Перед ітераційним етапом задається: максимальна кількість балів  $Val\_Max$  як правильне вирішення усіх тестових завдань поточного тестового сеансу; показник критичного зменшення  $Kr_i$  фактичного часу на правильну відповідь порівняно з нормативним часом; значення нормованих ділянок коефіцієнта кореляції  $K_i(T_j^i, L_{Di}^s)$  як залежності величин, пропорційних відповідно до нормативного та фактично витраченого часу на кожну відповідь .

Необхідно зазначити, що введення коефіцієнта кореляції як інструмента оцінки ступеня впевненості та стійкості знань, урахування психологічних особливостей та специфіки мислення особи, що тестується, а також виявлення фактів "вгадування" правильної відповіді, обґрунтовано такими фактами, що базуються на результатах проведених авторами досліджень [9]:

- якщо студент впевнений у своїх знаннях (навіть не досить правильних), він буде на більшість питань відповідати у стабільному темпі. Це буде виражатися у достатньо високому значенні коефіцієнта кореляції  $K_i(T_j^i, L_{Di}^s) \geq 0,5$ . Причому, що стосується "тугодумів" або так званих "швидких" студентів, враховуючи їх психологічні особливості, коефіцієнт кореляції все одно буде високим, оскільки їх поведінка буде закономірною;

- якщо студент не дуже впевнений у своїх знаннях, його поведінка під час тестування може бути не зовсім логічною. У крайніх випадках він буде намагатися відповідати на питання дуже швидко, оскільки все одно буде розуміти, що витрати часу на відповідь марні. А на деякі тестові завдання буде витрачати надмірно багато часу, причому не на найскладніші питання. Коефіцієнт кореляції є тонким інструментом аналізу взаємозв'язків між показниками, тому він зреагує на таку поведінку зниженням його значення у межах  $0,3 \leq K_i(T_j^i, L_{Di}^s) < 0,5$ ;

- у випадках, коли знання студента дуже нестійкі, він швидше за все буде намагатися вгадати правильну відповідь, тому витрати його часу скоріше всього будуть пов'язані лише із часом на прочитання самого тексту тестового завдання та не будуть прямо залежати від складності вирішення самого питання. Саме тому нелогічність його поведінки буде впливати на зниження коефіцієнта кореляції до  $K_i(T_j^i, L_{Di}^s) < 0,3$ .

**Крок 4.** На кожному ітераційному етапі рейтингового тестування рівня навчання, який повторюється для кожної окремої групи студентів, що тестуються ( $ST_S$  – кількість студентів,  $s$  – номер ітерації), знову у випадковому порядку здійснюється подання питань та відповідей на питання, запам'ятовуються показники  $Re_{z_j}$  та виконується розрахунок фактичного чистого часу  $T_i^j$ , витраченого на правильні відповіді групи студентів, що тестуються.

У таблиці 1 наведено приклад розрахунку нормативної кількості балів за правильну відповідь на  $i$ -те тестове завдання  $Val_i^{L_{Di}} = Val\_Max * V_i$ ,

де  $V_i = \frac{L_{Di}^S}{\sum_1^M L_{Di}^S}$  – відносний ваговий коефіцієнт нормативно встановленого

середнього часу на вирішення тестового завдання (при  $Val\_Max=100$ ).

Таблиця 1 – Приклад розрахунку нормативної кількості балів за правильну відповідь на тестове завдання

Номер питання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\overline{T}_i$	18	13,5	22,5	16,2	20,7	18	21,6	17,1	23,4	19,8
$L_{Di}^1$ , сек	20	15	25	18	23	20	24	19	26	22
$V_i$	0,09	0,07	0,12	0,08	0,11	0,09	0,11	0,09	0,12	0,10
$Val_i^{L_{Di}^1}$	18	13,5	22,5	16,2	20,7	18	21,6	17,1	23,4	19,8

У таблиці 2 наведено приклад результатів гіпотетичного контролю знань студентів згідно з наведеною методикою рейтингової контрольно-оцінної системи ВНЗ (де показник А – результати відповідей студентів на  $j$ -те тестове завдання  $Re z_j (j = \overline{1,10})$ ; показник Б – фактичний чистий час  $T_i^j$ , витрачений на вирішення  $j$ -го тестового завдання  $i$ -м студентом ( $i = \overline{1,10}$ )).

Таблиця 2 – Результати тестування знань студентів

Питання	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	
Студенти	1	1	22	1	18	1	26	1	22	1	24	1	25	0	25	1	23	1	29	1	24
	2	0	15	1	14	1	23	1	16	1	24	1	12	1	22	0	23	1	26	1	34
	3	1	22	1	12	0	23	1	18	0	25	0	19	1	23	0	22	1	28	1	30
	4	1	25	1	19	0	18	0	23	1	20	0	23	1	27	1	16	0	28	0	36
	5	1	25	0	14	1	21	1	15	0	24	1	27	0	26	0	14	1	24	1	35
	6	1	18	1	26	0	12	0	25	1	25	1	14	1	28	1	10	1	14	0	12
	7	1	17	0	13	1	22	1	12	0	19	0	23	0	21	1	15	0	23	1	19
	8	1	10	1	8	1	27	0	16	1	19	0	25	1	26	0	27	1	31	0	37
	9	0	25	1	14	1	23	1	17	0	22	1	19	0	25	1	16	0	40	1	38
	10	0	27	0	22	1	17	0	22	0	17	0	26	1	20	0	22	1	38	0	12

**Крок 5.** На кожному ітераційному етапі визначається рейтинг студента. Для цього розраховується фактичне значення коефіцієнта кореляції  $K_i(T_j^i, L_{Di}^s)$ , яке свідчить про залежність між послідовностями часу, фактично витраченого на підготовку відповіді  $T_i^j$ , та встановленої на відповідь норми часу  $L_{Di}^1$ ; визначається абсолютний  $R^j$  та відносний  $R_{\%}^j$  рейтинг студента, а також його місце у рейтингу порівняно з іншими студентами групи  $Rank_j$  шляхом коригування фактично набраної кількості балів  $Val_i^{L_{Di}^1}$  за правильне вирішення тестових завдань за розробленим авторами алгоритмом адаптивної ідентифікації результатів тестування (табл. 3).

У таблиці 4 наведено приклад визначення рейтингу студентів  $R^j$  за результатами тестування, наведеними у таблиці 2, згідно з алгоритмом адаптивної ідентифікації результатів тестування.

Таблиця 3 – Алгоритм адаптивної ідентифікації результатів тестування

Нормована ділянка $K_i(T_j^i, L_{Di}^s)$	Умова	Формула визначення $R^j$	
		так	ні
$K_i(T_j^i, L_{Di}^s) \geq 0,5$	-	$R^j = \sum_{i=1}^n Bal_i^{L_{Di}^L}$	
$0,3 \leq K_i(T_j^i, L_{Di}^s)$	$\sum_{i=1}^n T_j^i < \sum_{i=1}^n L_{Di}^S$	$R^j = \sum_{i=1}^n Bal_i^{L_{Di}^L} * \frac{\sum_{i=1}^n L_{Di}^S}{\sum_{i=1}^n T_j^i}$	$R^j = \sum_{i=1}^n Bal_i^{L_{Di}^L} * \frac{\sum_{i=1}^n T_j^i}{\sum_{i=1}^n L_{Di}^S}$
$K_i(T_j^i, L_{Di}^s) < 0,3$	$T_j^i < L_{Di}^S$	$R^j = \sum_{i=1}^n (Bal_i^{L_{Di}^L} \cdot V_i)$	
		$V_i = \frac{T_j^i}{L_{Di}^S}$	$V_i = \frac{L_{Di}^S}{T_j^i}$

Таблиця 4 – Приклад результатів визначення рейтингу студентів  $R^j$  за результатами тестування

Студенти	$K_i$	$Bal_i^{L_{Di}^L}$	$R^j$	$R_{\%}^j$	$Rank_j$	$\frac{R^j}{Bal_i^{L_{Di}^L}}$ (%)
1	0,91	88,68	88,68	15,45	1	
2	0,40	81,60	77,75	13,54	2	5
3	0,80	58,96	58,96	10,27	5	
4	0,33	47,64	42,98	7,49	9	10
5	0,64	61,79	61,79	10,76	4	
6	-0,26	69,34	50,18	8,74	7	28
7	0,83	49,06	49,06	8,54	8	
8	0,74	62,74	62,74	10,93	3	
9	0,70	56,13	56,13	9,78	6	
10	0,02	35,38	25,84	4,50	10	27

Згідно із алгоритмом адаптивної ідентифікації результатів тестування (таблиця 3):

– рейтинг студентів, що продемонстрували впевненість у своїх відповідях  $K_i(T_j^i, L_{Di}^s) \geq 0,5$ , визначається як сума нормативних балів за правильне вирішення тестових завдань (тобто коригування не потрібно). За даними таблиці 4, саме студенти із досить високими показниками  $K_i$  (студенти 1, 3, 5, 7, 8, 9) отримали найвищий відносний рейтинг  $Rank_j$ , що свідчить про об'єктивність алгоритму ідентифікації тестування;

– рейтинг студентів, стійкість та знання яких можливо поставити під сумнів  $0,3 \leq K_i(T_j^i, L_{Di}^s) \leq 0,49$ , визначається інтегрально шляхом коригування суми нормативних балів за правильні рішення тестових завдань на відношення сукупного фактичного та нормативного часу за весь тестовий сеанс. Але якщо за результатами порівняння інтегральних показників фактичного та нормативного часу виявляється, що студент мав більшу тенденцію до перевищення нормативу (це може бути пов'язано як із індивідуальними особливостями сприйняття візуальної інформації, так й з недостатньою впевненістю знань), коригування буде стосуватися лише найбільш довгих відповідей та служити додатковим інструментом заохочення до підвищення якості знань. У протилежному випадку (коли студент мав більшу тенденцію до більш швидких відповідей) коригування буде виконуватися тільки за найшвидшими відповідями, за якими є підозра "вгадування", а швидше відсутності стабільних знань, та служити інструментом стимулювання стійкості та впевненості засвоєння навчального матеріалу;

– рейтинг студентів із дуже нестійкими знаннями  $K_i(T_j^i, L_{Di}^s) < 0,3$  буде визначатися з метою "штрафування" спроб вгадати правильну відповідь та отримати необ'єктивну оцінку, а буде визначатися як сума добутоків норми балів за правильну відповідь на співвідношення відповідно фактично витраченого часу та норми часу на правильну відповідь залежно від результату порівняння показників фактичного  $T_j^i$  та нормативного  $L_{Di}^s$  часу на кожну відповідь. Таке зниження є об'єктивним, оскільки, виявлена експертним шляхом тенденція щодо спроб вгадування не є допустимою, й саме можливість ліквідувати тенденцію деяких студентів отримати оцінку "не за що" є важливим кроком до підвищення якості виміру знань шляхом тестового контролю.

**Крок 6.** З метою урахування рівня знань та специфіки сприйняття навчального матеріалу середовища, в якому виконується вимір знань, та підвищення точності вагових коефіцієнтів, що використовуються у тестовому сеансі, завдяки поступовому досягненню достатньої із точки зору вірогідності та надійності кількості вибірових даних для їх визначення, виконується його актуалізація (визначення відносного вагового коефіцієнта) із використанням статистичного матеріалу про результати правильних відповідей студентів із високим ступенем стійкості знань.

Для цього: визначаються та зберігаються середні фактичні значення часу на правильне вирішення тестового завдання  $\bar{T}_i^s$  студентами із досить стійкими знаннями  $K_i(T_j^i, L_{Di}^1) \geq 0,5$  (лише їх показники фактичного часу за правильними відповідями можуть ставитися в один ряд із результатами тестування викладачів-експертів); визначаються поточні значення вагового коефіцієнта складності завдань тестового сеансу  $L_{Di}^s$  за таким адаптивним алгоритмом актуалізації вагового коефіцієнта складності:

а) на першій ітерації



$$L_{Di}^1 = \left( \frac{1}{N + ST_R^1} \right) \cdot \left( N \cdot L_{Di}^0 + ST_R^1 \cdot \bar{T}_i^1 \right) + \ln \left( \frac{ST_H^1}{ST_L^1} \right),$$

де  $N$  – кількість викладачів-експертів;  $ST_R^1$  – кількість студентів із  $K_i(T_j^i, L_{Di}^1) \geq 0,5$ , що на першій ітерації дали на  $i$ -те тестове завдання правильну відповідь;  $L_{Di}^0$  – складність питання, встановлена на первинному етапі із використанням знань викладачів-експертів;  $\bar{T}_i^1$  – середній фактичний час на правильне вирішення тестового завдання студентами із досить стійкими знаннями на першій ітерації;  $ST_H^1$  – кількість студентів із досить стійкими знаннями, що на першій ітерації дали правильну відповідь на  $i$ -те тестове завдання із перевищенням нормативного часу;  $ST_L^1$  – кількість студентів із досить стійкими знаннями, що на першій ітерації дали правильну відповідь на  $i$ -те тестове завдання із часом, що дорівнює або менше нормативного;

б) на  $s$ -й ітерації

$$L_{Di}^s = \left( \frac{1}{ST_R^{s-1} + ST_R^s} \right) \cdot \left( ST_R^{s-1} \cdot L_{Di}^{s-1} + ST_R^s \cdot \bar{T}_i^s \right) + \ln \left( \frac{ST_H^{s-1} + ST_H^s}{ST_L^{s-1} + ST_L^s} \right),$$

де  $ST_R^{s-1}$  – кількість студентів із досить стійкими знаннями, що на усіх попередніх ітераціях дали на  $i$ -те тестове завдання правильну відповідь;  $ST_R^s$  – кількість студентів із досить стійкими знаннями, що на поточній  $s$ -й ітерації попередніх ітерацій дали на  $i$ -те тестове завдання правильну відповідь;  $L_{Di}^{s-1}$  – складність питання, встановлена з урахуванням усіх попередніх ітерацій;  $\bar{T}_i^s$  – середній фактичний часу на правильне вирішення тестового завдання студентами із досить стійкими знаннями на поточній  $s$ -й ітерації;  $ST_H^{s-1}$  – кількість студентів із досить стійкими знаннями, що дали на усіх попередніх ітераціях правильну відповідь на  $i$ -те тестове завдання із перевищенням нормативного часу;  $ST_L^{s-1}$  – кількість студентів із досить стійкими знаннями, що дали на усіх попередніх ітераціях правильну відповідь на  $i$ -те тестове завдання із часом, що дорівнює або менше нормативного.  $ST_H^s$  – кількість студентів із досить стійкими знаннями, що дали на поточній  $s$ -й ітерації правильну відповідь на  $i$ -те тестове завдання із перевищенням нормативного часу;  $ST_L^s$  – кількість студентів із досить стійкими знаннями, що дали на поточній  $s$ -й ітерації правильну відповідь на  $i$ -те тестове завдання із часом, що дорівнює або менше нормативного.

У таблиці 5 наведена інформація про процес коригування показника складності тестових завдань протягом трьох ітерацій при загальній кількості студентів на кожній ітерації  $ST_S = 10$  (із визначенням

середнього значення за цей період та середнього квадратичного відхилення  $\sigma_{L_{Di}^s}$ ).

Таблиця 5 – Приклад результатів реалізації адаптивного алгоритму актуалізації вагового коефіцієнта складності

Питання / Показник	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$L_{Di}^0$ , с	20,00	15,00	25,00	18,00	23,00	20,00	24,00	19,00	26,00	22,00
$ST_H^1$ , відп.	3	1	2	1	1	2	1	1	3	4
$ST_L^1$ , відп.	2	3	3	4	1	1	1	2	1	1
$L_{Di}^1$ , с	20,25	13,57	24,35	16,37	22,86	21,17	24,05	18,18	27,43	24,83
$ST_H^2$ , відп.	2	4	1	3	3	3	3	1	2	1
$ST_L^2$ , відп.	3	1	5	2	2	1	1	6	4	4
$L_{Di}^2$ , с	20,06	18,31	20,62	18,59	21,21	20,93	21,08	18,73	23,22	22,38
$ST_H^3$ , відп.	3	2	3	2	3	1	2	0	4	2
$ST_L^3$ , відп.	1	2	1	1	1	2	2	3	0	2
$L_{Di}^3$ , с	20,50	18,39	21,21	18,72	21,72	20,30	21,13	17,66	24,27	22,40
Середнє значення $L_{Di}^s$	20,20	16,32	22,80	17,92	22,20	20,60	22,56	18,39	25,23	22,90
$\sigma_{L_{Di}^s}$	0,20	2,10	1,91	0,94	0,76	0,47	1,46	0,52	1,61	1,12

За наведеними прикладами можна відстежити тенденцію коригування вагового коефіцієнта залежно від отриманих результатів впродовж тестового сеансу. Наприклад, у першій ітерації за тестовим питанням №4 значення  $ST_H^1=1$ , а  $ST_L^1=4$ . Це означає, що більшість студентів із стійкими знаннями дали на поточній 1-й ітерації правильну відповідь на 4-те тестове завдання із часом, що дорівнює або менше нормативного. Тому результатом актуалізації є зменшення його значення з  $L_{Di}^0=18$  до  $L_{Di}^1=16,37$ .

Навпаки, у третій ітерації за тестовим питанням №9 значення  $ST_H^3=4$ , а  $ST_L^3=0$ . Це означає, що більшість студентів із стійкими знаннями дали на поточній 3-й ітерації правильну відповідь на 9-те тестове завдання із збільшенням часу стосовно нормативного. Але результатом визначення  $L_{Di}^3$  є його незначне зменшення (до  $L_{Di}^3=24,27$ ) на останній ітерації із урахуванням усіх попередніх тестових сеансів.

Крім того аналіз отриманої статистики процесу адаптації вагового коефіцієнта може служити додатковим роз'ясненням показника ступеня засвоєння того чи іншого питання тесту та якості тестового завдання, наприклад, велике значення середнього квадратичного відхилення  $\sigma_{L_{Di}^s}$  (питання № 2, 3) може свідчити про складність та нерівномірність сприйняття навчального матеріалу за цим питанням та, можливо, перевантаженість формулювання самого тестового завдання; низьке

значення  $\sigma_{L_{Di}^s}$  може інтерпретуватися як стабільність сприйняття навчальної інформації й достатньо високий рівень самого тестового завдання.

**Крок 7.** За результатами поточного та усіх попередніх кроків тестування визначаються показники розсіювання значень фактичного часу на вирішення тестових завдань  $T_i^j$  та аналізується його закон, який по досягненню достатньої кількості студентів, що опитувалися (100-150), повинен наближатися до нормального. Саме цей фактор буде використовуватися як підтвердження об'єктивності адаптивної методики, що використовується.

Наприклад, статистика за трьома ітераціями за питанням 5 дозволила отримати частотну діаграму, вигляд якої наближається до нормального (рис. 1). Це означає, що у цілому студенти витрачають середній час на вирішення цього питання, що дорівнює  $\bar{T}_5 = 22,5$ .

### ВИСНОВКИ

Таким чином, запропоновано методику рейтингової контрольно-оцінної системи ВНЗ, що дозволяє:

1. Підвищити рівень достовірності вимірювання рівня знань студентів за рахунок: введення як показника складності тестового завдання комплексного показника чистого (без урахування технологічного) часу, витраченого на його правильне вирішення; розроблення методики оцінки ступеня стійкості знань на підставі інформації про фактичне значення коефіцієнтів кореляції між числовими рядами фактично витраченого на підготовку відповіді часу і норм часу на відповідь.

2. Забезпечити високу об'єктивність та точність визначення рейтингу студента через формування цього показника залежно від: ступеня незбігу фактичного на нормативного часу на правильне вирішення тестового завдання; співвідношення між розрахованими у процесі тестування коефіцієнтами кореляції між числовими рядами фактично витраченого на підготовку відповіді часу і норм часу на відповідь та встановленими за результатами обробки та його граничними значеннями.

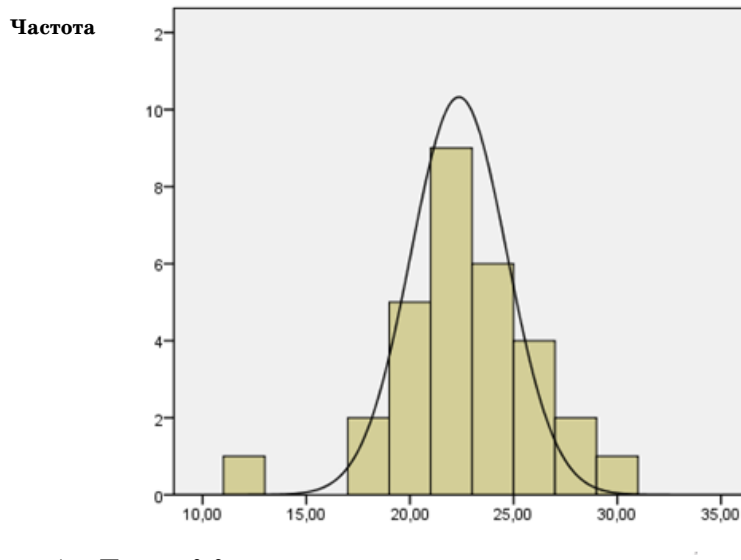


Рисунок 1 – Приклад діаграми показників розсіювання значень фактичного часу на вирішення тестових завдань

3. Забезпечити демократичність та прозорість процедури проведення тестового сеансу завдяки реалізації технології адаптації системи тестового контролю до середовища, в якому виконується вимір знань, завдяки розробленню алгоритму актуалізації вагового коефіцієнта складності за рахунок статистичного матеріалу про результати правильних відповідей студентами із високим ступенем стійкості знань.

Рейтингова контрольно-оцінна система ВНЗ, що втілює методологію авторів, реалізована на кафедрі економічної кібернетики і математичних методів в економіці Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля. Апробація цієї системи шляхом організації навчального процесу за профільними дисциплінами студентів II-IV курсів напряму 6.030502 "Економічна кібернетика" дозволила отримати зниження показника розсіювання результатів тестування на 20-30%, що сприяє зростанню об'єктивності процесу оцінки рівня засвоєння матеріалу, що викладається, та в цілому – підвищенню якості підготовки студентів.

## SUMMARY

### IMPROVEMENT OF RATING CONTROLLING AND EVALUATING SYSTEM IN THE HIGHER EDUCATION INSTITUTION

*N. O. Ryzun, Yu. K. Taranenko,*

*Dnipropetrovsk Alfred Nobel University, Dnipropetrovsk, Ukraine*

*Instruments of improving the methodology of rating controlling and evaluating system in the higher education institution are given. The methodology of defining the complexity index of test tasks as a pure time (without taking technological time into account), spent on a correct answer, is introduced. The algorithm of phased actualization of the complexity index with the help of initial (expert scaling of test tasks complexity) and iterative (defining the relative weighting coefficient of test tasks complexity) stages is suggested. The methodology of defining the level of students' knowledge stability with the help of correlation index is developed. The correlation index is a dependence between values, which are analogical to normative time and the time, actually spent on every answer. The appropriateness of calculating students' rating by means of correcting the actual score for correct answers, depending on the correlation index that is defined between the rows of normative time and the time, actually spent on each answer during the test session, is justified.*

*Key words: controlling and evaluating system, rating, complexity index, technological time, knowledge stability, correlation index.*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морев И. А. Образовательные информационные технологии. Часть 1. Обучение: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. – 158 с.
2. Мелехин В. Б. Автоматизированная система контроля знаний студентов в ВУЗе / В. Б. Мелехин, Е. И. Павлюченко // Транспортное дело России. – 2009. – № 1. – С. 23-25.
3. Патент № 43616 Україна: МПК G09B 7/00. Автоматизована система тестування, навчання та моніторингу / В. Д Ціделко, Н. А. Яремчук, В. В. Шведова; Замовник та патентовласник: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». – № 200902620, Заявл. 23.03.2009, Опубл. 25.08.2009, Бюл. № 16, 2009. – 5 с.
4. Роменец В. А. Автоматизированная система проектирования содержания обучения по специальностям вузов: учеб.-метод. пособие / В. А. Роменец, И. Б. Моргунов, Т. В. Нерсесов. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 148 с.
5. Аванесов В. С. Применение тестовых форм в Rasch Measurement / В. С. Аванесов // Педагогические измерения. – 2005. – №4. – С.3-20.
6. Строганов В. Ю. Организация адаптивного тестового контроля / В. Ю. Строганов, А. Б. Николаев, И. О. Саркисова // Моделирование и оптимизация в управлении: сб. науч. тр. – М., 2004. – С. 12-19.
7. Прокофьева Н. О. Методы контроля знаний при компьютерном обучении / Н. О. Прокофьева // Образование и виртуальность – 2005: сборник научных трудов 9-й Международной конференции УАДО. – Харьков: ХНУРЭ, 2005. – С. 272–277.

8. Шкиль А. С. Компьютерная система тестирования знаний в дистанционном обучении / А. С. Шкиль, С. В. Чумаченко, С. В. Напрасник // АСУ и приборы автоматики. – 2003. – Вып. 123. – С. 85-95.
9. Патент № 97149 Україна: МПК G06F 7/00 (2006.01). Спосіб виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні; Винахідник: Холод Б.І., Тараненко Ю.К., Ризун Н.О.; Замовник та патентовласник: ЗАТ "Дніпропетровський університет економіки та права". – № а200912950, Заявл. 14.12.2009, Опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1, 2012. – 11 с.
10. Крылов Ю. Н. Абсолютная временная шкала оценки знаний при компьютерном тестировании / Ю. Н. Крылов. – Тверь, Тверской государственный университет (ТвГУ), 2000. – С.13-15.
11. Углев В. А. Предобработка входной информации для базы знаний, реализующей механизм адаптации обучающего тестирования [Текст] / В. А. Углев // Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции "Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе". – Йошкар-Ола, 2007. – С.3-8.
12. Пат. 61415 Україна: МПК 7G06F7/00. Спосіб виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні; Винахідник: Велігура А. В., Лехцієр Л. Р., Ткаченко В. П.; Замовник та патентовласник: Східноукраїнський національний університет імені Володимира Дала. – № 003010849, Заявл. 31.01.2003, Опубл. 17.11.2003, Бюл. № 11, 2003.
13. Патент на изобретение 004114690 А Россия: G06F 7 G09B7/02. Способ рейтингового тестирования обучаемых в высшем учебном заведении. Заявитель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный морской технический университет" (RU). Авторы: Андрищенко Р. С., Дубров С. Н., Нечаев Ю. И., Резников Ю. Э., Смольников А. В. – № 2004114690/12, Заявл. 14.05.2004, Опубл. 10.11.2005
14. Кораблева О.И. Алгоритмы «жесткого» и «мягкого» адаптивного тестирования. – <http://www.ast-centre.ru/info/books/favorites/278/>.
15. Сметанюк Л.В. Методические и организационные проблемы использования программных средств учебного назначения в высших учебных заведениях при проведении контроля знаний студентов в виде тестирования // Інформаційні технології в освіті: збірник наукових праць. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2008. – Вип. 1. – С.141-145.
16. Федорук П.І. Адаптивні тести: статистичні методи аналізу результатів тестового контролю знань // Математичні машини і системи. – 2007. – № 3,4. – С. 122-138.
17. Morev I. A. Computer Games in Remote Education: The Conception of Indirect – Mild – Testing / I. A Morev // APRUNet Distance Learning and Internet Conference, Far East National University, Vladivostok, 2005. – P. 200-205

*Надійшла до редакції 16 лютого 2012 р.*