



II РОЗДІЛ. ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ РІЗНИХ ТИПІВ

Рева Олексій,
Камишин Володимир,
Добровольська Наталія,
м. Київ, Україна

УДК 378+371: 001.32

ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Принимая во внимание важность учета результатов успешности школьного обучения в показателях внешнего независимого оценивания и системные недостатки нормативных рекомендаций по согласованности оценок качественной 12-балльной и количественной абсолютной 200-балльной шкал, предложено и реализовано процедуру дефаззификации оценок 12-балльной шкалы с помощью метода расстановки приоритетов и перевода их во взвешенные коэффициенты желательности, которые имеют ярко выраженный нелинейный характер.

Обосновано применение функции желательности Харрингтона для получения интегративной целостной оценки успешности школьного обучения, которой присущи системное свойство эмерджентности и реализующей мультипликативный подход к агрегации отдельных оценок академической одаренности. Эффективность разработанных рекомендаций проиллюстрировано на конкретном примере.

Ключевые слова: внешнее независимое оценивание, интегративная оценка аттестата, согласованность показателей 12-балльной и 200-балльной шкал, взвешенные коэффициенты желательности оценок 12-балльной шкалы, функция Харрингтона агрегации отдельных показателей академической одаренности.

Given the importance of taking into account the results of schooling success in terms of the external independent evaluation and systemic weaknesses of regulatory recommendations for consistency of assessments of 12-points grading scale and quantitative absolute 200-point grading scale, proposed and implemented procedure of the defuzzification the ratings of the 12-points grading scale by the method for setting of priorities and transfer them to the measured coefficients of desirability which have a strongly marked nonlinear character.

Application of Harrington's desirability scale for integrative holistic assessment of the progress in schooling was proved, and that which is only the inherent systemic property of the emergent and which implements multiplicative approach to aggregation of individual assessments of academic talent. The effectiveness of the recommendations illustrated by a specific example.

Key words: external independent evaluation, integrative assessment certificate, consistency of performance 12-points and 200-points grading scale, measured coefficients of desirability ratings of 12-point grading scale, the Harrington's function aggregation of the individual indicators of academic talent.

Рівноправне входження української держави до європейського співтовариства неможливе без суттєвого ефективного зростання національної економіки, що об'єктивно не може відбуватися без відповідних інвестицій та залучення на виробництво добре підготовлених у вищих навчальних закладах (ВНЗ) фахівців. Тому природно припустити, що чим об'єктивніше буде здійснюватися державне управління з відбору абітурієнтів до ВНЗ, тим кращі спеціалісти прийдуть на виробництво та сприятимуть його розвитку. Такий відбір має змінити підходи до зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) абітурієнтів, якому немає альтернативи, незважаючи на певні негаразди, недосконалість та, навіть, кримінальні зловживання під час його проведення з боку деяких посадовців.



Очевидно, що у підсумкових показниках ЗНО обов'язково мають бути враховані узагальнені результати шкільного навчання, подані в атестатах абітурієнтів, оскільки країні потрібна всебічно розвинена, добре вихована та освічена молодь. Тому врахування у ЗНО інтегративного показника успішності шкільного навчання, якому притаманна системна властивість емерджентності [20; 21], сприятиме зацікавленості тих, хто навчається, у належному опануванні усім спектром навчальних дисциплін, а не лише тими, з яких вони будуть складати ЗНО. При цьому необхідно зазначити, що шуканий інтегративний показник, маючи цілісний зміст, характеризує не академічну, а загальну інтелектуальну обдарованість абітурієнта.

Отже, врахування успішності шкільного навчання у результатах ЗНО пов'язано з отриманням інтегративного показника атестату та його переведенням у 200-бальну шкалу. Співвідношення оцінок 12-бальної шкали з відповідними показниками 200-бальної було нормативно встановлено Міністерством освіти і науки України для потреб ЗНО у спеціальному наказі [30]. Однак аналіз зазначеного співвідношення засвідчує, що воно було визначено з певними відхиленнями від основних положень теорії кваліметрії [5; 9; 13; 17; 18; 20; 22; 25; 28; 29; 31 та ін.]. А саме.

Досить популярна у дидактиці 12-бальна шкала оцінювання знань має тривалу історію застосування і була офіційно введена у навчальний процес ще у царських військових навчальних закладах (1848 р.), а потім розповсюджена і на цивільні навчальні заклади Російської імперії. Шкала сприяла збільшенню ефективності навчального процесу, оскільки надавала можливість «відтіняти» знання тих, хто навчається, і спонукала їх поступово отримувати кращі результати [26].

Останнім часом 12-бальна шкала була ґрунтовно і системно досліджена з позицій сучасної педагогічної кваліметрії знань у працях [9; 23]. Зазначеними дослідженнями встановлено, що з точки зору теорії вимірювань ця шкала є не кількісною, а якісною, а також різновидом шкали впорядкування (ранжування). Важливість таких шкал для потреб дидактики переконливо відзначав Н. М. Розенберг [25]: *«у педагогічній практиці майже монопольним способом оцінювання засвоєння слугує позначка на порядковій шкалі. Таке широке розповсюдження порядкових шкал у навчально-виховному процесі та дослідженнях навчання і виховання пояснюється тим, що в багатьох випадках, вивчаючи педагогічні об'єкти і явища, ми не маємо кількісної міри, сильнішої, ніж оцінка порівняльної інтенсивності тієї ж ознаки у різних об'єктів»*. Він також вказує і на важливу роль вчителя у здійсненні відповідного вимірювання, оскільки *«лише такий чутливий, складний і рухливий інструмент, як людина-спостерігач, може забезпечити задовільну інформацію щодо діяльності або характерних особливостей іншої особи чи об'єкта. Людина виступає за таких ситуацій вимірювальним приладом з індивідуальними особливостями і характеристиками: вибірковим сприйняттям, пам'яттю, інтелектом і нерідко, відсутністю чутливості до того, що важливо в педагогічному або психологічному відношенні...»*.

Досліджувана 12-бальна шкала з позицій теорії кваліметрії є шкалою впорядкування в «суворому розумінні», оскільки її оцінки чітко впорядковуються (ранжуються) з позицій привабливості (прийнятності, бажаності, значущості, вагомості тощо). Таким чином, зазначена «суворість» полягає у тому, що серед оцінок шкали, за визначенням, відсутні такі, що мали б однакову прийнятність, що формально відображається так:

$$\begin{aligned} \tilde{R}_{12} > \tilde{R}_{11} > \tilde{R}_{10} > \tilde{R}_9 > \tilde{R}_8 > \tilde{R}_7 > \tilde{R}_6 > \\ > \tilde{R}_5 > \tilde{R}_4 > \tilde{R}_3 > \tilde{R}_2 > \tilde{R}_1 \end{aligned} \quad (1)$$

де \tilde{R}_i – умовна позначка (відповідно до методології нечіткої математики [7; 9; 15; 20; 24 та ін.]) терму якісної, лінгвістичної назви i -ї оцінки 12-бальної шкали.

Нескладно переконатись, що характерною особливістю шкал впорядкування є те, що відношення порядку не свідчить про «дистанції» між її оцінками, тобто обсягами певних



навчальних дисциплін, що ставляться у відповідність цим оцінкам. Тому порядкові дані, встановлені для рівнів навчальних досягнень тих, хто навчається за 12-бальною шкалою (навіть, якщо вони відображені певними кількісними позначками зі спектру її оцінок), не можна розглядати як числа, з ними не можна виконувати математичні дії, оскільки це призведе до отримання різних результатів у процесі перетворення шкали, не порушуючи порядку.

Отже, оцінки 12-бальної шкали дозволяють робити лише якісне порівняння рівня навчальних досягнень учнів і не дають відповіді на питання: на скільки, чи у скільки разів один з них є більш обізнаний з певної навчальної дисципліни? Адже звертаючись до дидактичних особливостей кількісної шкали відношень, якою не можна вважати 12-бальну шкалу, не можливо стверджувати, що учень, який отримав максимальну оцінку за цією шкалою у шість разів більш обізнаний з певної навчальної дисципліни, ніж той, хто має двійку або у два рази більш підготовлений, ніж учень з оцінкою «6»!

З іншого боку, звертаючись до кількісної шкали інтервалів, властивості якої також у жодному випадку не притаманні 12-бальній шкалі, чи можливо дати відповідь на питання: наскільки один з учнів має стосовно іншого більше/менше знань з певної навчальної дисципліни, якщо вони отримали різні оцінки за 12-бальною шкалою?

Таким чином, вирішуючи питання встановлення інтегративного показника успішності шкільного навчання абітурієнта за оцінками 12-бальної шкали, поданими в його атестаті, не можна обчислювати вибіркове середнє порядкових вимірювань, тобто знаходити показник

$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, де x_i – це i -та оцінка шкали, n – кількість оцінок, що усереднюються. Адже

перехід до монотонно перетвореної шкали $x' = f(x)$ за умов такого усереднення призведе до наступного:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x'_i \neq \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i . \quad (2)$$

Однак, всупереч наведеному, знаходження середнього арифметичного оцінок атестату, покладено МОН України в основу інтегративної оцінки успішності шкільного навчання [30].

Спеціально введена для ЗНО 200-бальна шкала є різновидом унікальних, з точки зору теорії вимірювань, абсолютних шкал. Можливість її застосування для оцінювання знань передбачена дослідженнями [21] задовго до отримання Україною незалежності (майже 30 років тому). Цими дослідженнями було встановлено, що досвідченим науково-педагогічним працівникам, не вистачає континууму 100-бальної шкали для ефективного розрізнення студентів за рівнем навчальних досягнень, тому вони застосовують додаткові «дробові» бали. Хоча загальновідомо, що людському мисленню властиві порівняльні якісні, а не кількісні оцінки [7; 9; 14]. Разом із тим «дробові» бали є популярними, наприклад, в офіційній практиці діяльності суддів фігурного катання, а тому мають право на існування і під час оцінювання рівня навчальних досягнень.

Досліджуване нормативно визначене співвідношення між оцінками 12-бальної і 200-бальної шкал, про яке йдеться, навіть якщо не зважати на неправомірність виконання будь-яких математичних перетворень над якісними (ранговими) оцінками першої з них, не має наукового обґрунтування.

По-перше, середня оцінка атестату теоретично може дорівнювати одиниці, оскільки нормативно визначено, що усі оцінки 12-бальної шкали є позитивними, тому під час будь-якої атестації учні ніби то морально не травмуються за умов отримання найнижчих оцінок, а саме «1», «2», «3» [16]. Тому одиниці 12-бальної шкали поставлено у відповідність 106 балів 200-бальної шкали, однак, на такий результат відсутнє наукове обґрунтування. Якщо учень отримав з певної навчальної дисципліни оцінку «1», то згідно з тими нормативними



рекомендаціями МОН України, його можна вважати «гіршим з двієчників», оскільки така оцінка відповідає оцінці «2-» 4-бальної шкали, з якої штучно виводилася 12-бальна шкала (рис. 1) [16].



Рис. 1. Нормативно рекомендована схема переведення оцінок 4-бальної шкали у 12-бальну

Рисунок 1 підтверджує вищенаведену тезу, тому можна припустити, що знання абітурієнта з усередненою оцінкою атестату «1» мають бути значно меншими за встановлений нормативно критерій відповідності 106 балів за 200-бальною шкалою, адже континуум 200-бальної шкали має охоплювати тезаурус знань з певних навчальних дисциплін, що має опанувати абітурієнт під час навчання та підготовки до ЗНО, а не лише його частину.

Отже, постають питання, з одного боку, щодо обґрунтованості відмови від застосування майже 50 % інтервалу континууму 200-бальної шкали, на якому має знаходитись відповідний одиниці показник 200-бальної шкали, а з іншого – щодо правильності уявлення розробниками шкали її кваліметричних особливостей. Наші міркування базуються на тому, що ступінь прийнятності (бажаності) оцінок 12-бальної шкали має нести нелінійний характер і ця нелінійність має бути перенесена й на континуум 200-бальної шкали.

Зазначимо, що виявляється певна взаємна невідповідність нормативних документів МОН України, пов'язаних з кваліметриєю рівня навчальних досягнень. Вводячи у практику вітчизняних ВНЗ кредитно-модульну систему організації навчального процесу та співвідносячи оцінки 4-бальної та 100-бальної шкал, МОН України встановлює, що оцінці «2» («незадовільно»), яка вказує на перцептивно-продуктивний рівень навчальних досягнень тих, хто навчається, має відповідати показник 59 балів 100-бальної шкали. Відповідно до рисунку 1 максимальний показник оцінки «2+» 4-бальної шкали на континуумі 12-бальної має відповідати оцінці «3». Якщо застосувати припущення щодо лінійного перетворення 100-бальної шкали у 200-бальну, то у цьому випадку оцінка «3» за 12-бальною шкалою має відповідати показнику 118 балів на континуумі 200-бальної. Це підтверджує нашу тезу про недосконалість нормативних рекомендацій щодо узгодженості оцінок 12-бальної та 200-бальної шкал.

По-друге, середній бал атестату обчислюється з точністю до десятих. Для інтервалу середніх оцінок атестату 1–4 бали їхні координати на континуумі 200-бальної шкали забезпечуються з кратністю 0,6 балів. Відповідність інших усереднених показників атестату в діапазоні оцінок атестату 4,1–12 балів, встановлюється поперемінно з кратністю 0,9 балів або 1 бал 200-бальної шкали (табл. 1).

Наведені нормативні рекомендації не мають наукового обґрунтування, тому неможливо виявити закономірність у встановленні зазначеної кратності.

Впровадження у шкільну освіту 12-бальної шкали відбувалося без урахування основного принципу формування якісних шкал, в основу яких має бути покладено співвідношення «погане – нейтрально – добре» (чи більш детально: «дуже погано – погано – нейтрально – добре – дуже добре») [20]. Було введено додаткову диференціацію оцінок 4-бальної шкали



Таблиця 1

**Нормативні рекомендації щодо переведення оцінок 12-бальної шкали
у 200-бальну шкалу для потреб зовнішнього незалежного оцінювання**

Середній бал агестату	Показник 200-бальної шкали		Середній бал агестату	Показник 200-бальної шкали		Середній бал агестату	Показник 200-бальної шкали	
	Абсолютний	Δ		Абсолютний	Δ		Абсолютний	Δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	106,0	0	4,7	130,7	1	8,4	165,8	0,9
1,1	106,6	0,6	4,8	131,6	0,9	8,5	166,8	1
1,2	107,2	0,6	4,9	132,6	1	8,6	167,7	0,9
1,3	107,8	0,6	5	133,5	0,9	8,7	168,7	1
1,4	108,4	0,6	5,1	134,5	1	8,8	169,6	0,9
1,5	109,0	0,6	5,2	135,4	0,9	8,9	170,5	1
1,6	109,6	0,6	5,3	136,4	1	9	171,5	1
1,7	110,2	0,6	5,4	137,3	0,9	9,1	172,4	0,9
1,8	110,8	0,6	5,5	138,3	1	9,2	173,4	1
1,9	111,4	0,6	5,6	139,2	0,9	9,3	174,3	0,9
2	112,0	0,6	5,7	140,2	1	9,4	175,3	1
2,1	112,6	0,6	5,8	141,1	0,9	9,5	176,2	0,9
2,2	113,2	0,6	5,9	142,1	1	9,6	177,2	1
2,3	113,8	0,6	6	143,0	0,9	9,7	178,1	0,9
2,4	114,4	0,6	6,1	144,0	1	9,8	179,1	1
2,5	115,0	0,6	6,2	144,9	0,9	9,9	180,0	0,9
2,6	115,6	0,6	6,3	145,9	1	10	181,0	1
2,7	116,2	0,6	6,4	146,8	0,9	10,1	181,9	0,9
2,8	116,8	0,6	6,5	147,8	1	10,2	182,9	1
2,9	117,4	0,6	6,6	148,7	0,9	10,3	183,8	0,9
3	118,0	0,6	6,7	149,7	1	10,4	184,8	1
3,1	118,6	0,6	6,8	150,6	0,9	10,5	185,7	0,9
3,2	119,2	0,6	6,9	151,6	1	10,6	186,7	1
3,3	119,8	0,6	7	152,5	0,9	10,7	187,6	0,9
3,4	120,4	0,6	7,1	153,5	1	10,8	188,6	1
3,5	121,0	0,6	7,2	154,4	0,9	10,9	189,5	0,9
3,6	121,6	0,6	7,3	155,4	1	11	190,5	1
3,7	122,2	0,6	7,4	156,3	0,9	11,1	191,4	0,9
3,8	122,8	0,6	7,5	157,3	1	11,2	192,4	1
3,9	123,4	0,6	7,6	158,2	0,9	11,3	193,3	0,9
4	124,0	0,6	7,7	159,2	1	11,4	194,3	1
4,1	125,0	1	7,8	160,1	0,9	11,5	195,2	0,9
4,2	125,9	0,9	7,9	161,1	1	11,6	196,2	1
4,3	126,9	1	8	162,0	0,9	11,7	197,1	0,9
4,4	127,8	0,9	8,1	163,0	1	11,8	198,1	1
4,5	128,8	1	8,2	163,9	0,9	11,9	199,0	0,9
4,6	129,7	0,9	8,3	164,9	1	12	200,0	1



і встановлено адекватність між оцінкою «3-» за 4-бальною та «4» за 12-бальною шкалою (рис. 1) [16]. Тому можна припустити, що оцінку «3-» 4-бальної шкали також потрібно зарахувати до «прохідного балу» 4-бальної шкали, з якої й «виросла» 12-бальна. Тоді було б не менш логічно перевести середні оцінки атестату (які не можна усереднювати внаслідок кваліметричних особливостей 12-бальної шкали), що дорівнюють 3,1–4 балам 12-бальної шкали у 200-бальну шкалу також з поперемінним кроком 0,9 балів та 1 бал. У такому випадку, якщо інтегративна (усереднена) оцінка атестату становитиме 1 бал, то це відповідатиме не 106, а 98,4 балам 200-бальної шкали.

По-третє, з урахуванням досвіду досліджень [9] можна припустити, що більш високим оцінкам 12-бальної шкали мають відповідати показники 200-бальної, які мають меншу кратність, а не навпаки. Це можна формально подати у так:

$$\begin{aligned} \Delta_1 > \Delta_2 > \Delta_3 > \Delta_4 > \Delta_5 > \Delta_6 > \Delta_7 > \Delta_8 > \Delta_9 > \\ > \Delta_{10} > \Delta_{11} > \Delta_{12} \end{aligned} \quad (3)$$

По-четверте, з попереднього випливає, що лінійна залежність між співвідношеннями усереднених оцінок атестату на інтервалах 1-4 бали і 5-12 балів і відповідними значеннями 200-бальної шкали не відповідає мотиваційним чинникам досягнення успіху у навчанні [2].

По-п'яте, знаходження інтегративного показника успішності шкільного навчання з точки зору методології системного аналізу має розглядатися як розв'язання однокрокової задачі прийняття рішень з векторним показником ефективності, специфіка якого залежить від вибору функції агрегації [9; 12; 19; 20 та ін.]. У цій задачі в контексті наших досліджень кожна оцінка атестату є зазначеним показником ефективності. Причому пропонуване МОН України обрахування звичайного середнього балу атестату відповідає реалізації *адитивного підходу* до знаходження інтегративної оцінки успішності шкільного навчання. Це передбачає можливість майже абсолютної компенсації низьких оцінок атестату з одних навчальних дисциплін високими оцінками з інших. З теорії ймовірностей та математичної статистики випливає, що середнє значення краще характеризує спектр оцінок атестату за умов, коли спрацьовує закон великих чисел П. Л. Чебишева [6], чого не спостерігається, оскільки кількість оцінок атестату менше трьох десятків.

Необхідно вказати, що адитивний підхід є простим, але дає більш ризиковані результати, у розумінні того, що може сприяти виникненню так званих у статистиці помилок I-II роду [6; 19], коли учень з реально більш високим рівнем навчальних досягнень за сукупністю навчальних дисциплін отримує гіршу інтегративну оцінку і навпаки. І ще раз наголосимо на неможливості здійснювати будь-які математичні перетворення, зокрема знаходити середні значення, з якісними оцінками 12-бальної шкали.

Відомі дослідження, в яких, застосовуючи методи нечіткої математики [7; 9; 15; 20; 21; 24 та ін.] якісні оцінки шкал впорядкування, що використовуються під час встановлення рівня навчальних досягнень тих, хто навчається, уявляються термами (термінами, назвами оцінок) відповідної лінгвістичної змінної. Зокрема, вводячи поняття лінгвістичної змінної «рівень навчальних досягнень» для 12-бальної шкали, можна подати її у вигляді наступної термножини (множини термінів) оцінок шкали:

$$\begin{aligned} T^M(\text{PHД}) = \tilde{R}_{12} + \tilde{R}_{11} + \tilde{R}_{10} + \tilde{R}_9 + \tilde{R}_8 + \\ + \tilde{R}_7 + \tilde{R}_6 + \tilde{R}_5 + \tilde{R}_4 + \tilde{R}_3 + \tilde{R}_2 + \tilde{R}_1 \end{aligned} \quad (4)$$

де «+» – позначка логічного поєднання оцінок у шкалу.

За допомогою експертної інформації, що визначається «точкою на шкалі об'єктивних успіхів» за спеціальною методикою будуються функції належності, які розглядаються та аналізуються, як нечіткі моделі комплексної кількісно-якісної кваліметрії знань (рис. 2) [9; 24 та ін.].

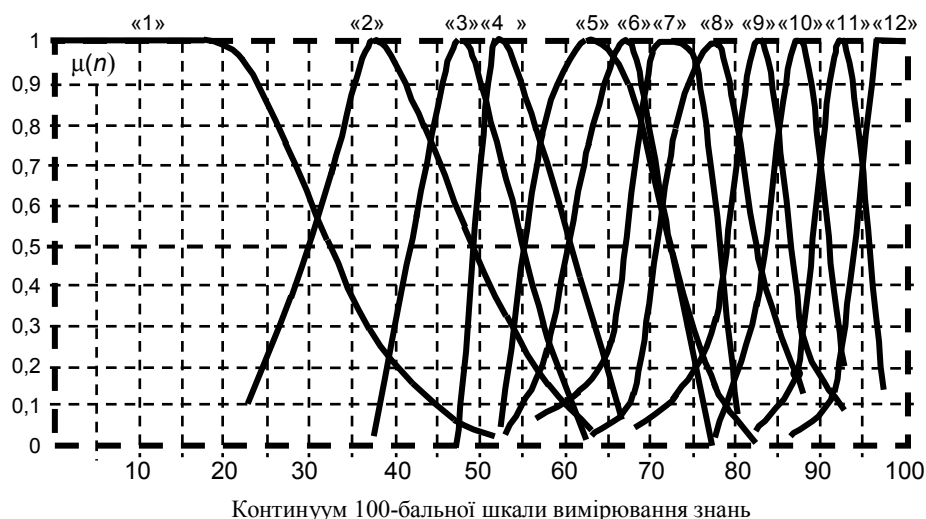


Рис. 2. Емпіричні функції належності лінгвістичної змінної «рівень навчальних досягнень» як моделі кваліметрії знань у 12-бальній шкалі (О. М. Рева, В. В. Федієнко)

Нескладно, застосовуючи ті ж методи нечіткої математики, побудувати функції належності на континуумі вже 200-бальної шкали. Однак, виникають методологічні труднощі такого характеру:

1) кожній якісній оцінці 12-бальної шкали буде відповідати не окрема точка, а певний науково-обґрунтований інтервал континууму 200-бальної. Якщо граничні показники цього інтервалу будуть мати значення функції належності, не менші за «точки переходу» L . Заде ($\mu(n) \geq 0,5$, де n – показник рівня навчальних досягнень за 200-бальною шкалою) [7], то він «скоріше буде належати» цій якісній оцінці. Оскільки для знаходження інтегративної оцінки успішності шкільного навчання потрібні значення окремих точок континууму 200-бальної шкали, які краще характеризують інтервал, що буде відповідати певній оцінці 12-бальної шкали, то з урахуванням рекомендацій [8], необхідно провести додаткові дослідження з введення спеціальних імперативів на значення функції належності;

2) 200-бальна шкала, хоча і належить до унікальних за вимірювальними властивостями абсолютних шкал, не застосовується у навчальних закладах. Тому складно сформувати репрезентативну експертну групу з числа досвідчених науково-педагогічних працівників, яка змогла б поставити у відповідність кількісним вимірам цієї шкали якісні оцінки 12-бальної;

3) думки старшокласників можуть бути застосовані для побудови відповідних функцій належності термів 12-бальної шкали на континуумі 200-бальної. Однак, як показує досвід досліджень [11], отримані результати характеризують мотиваційні уявлення випробуваних щодо майбутніх результатів ЗНО і значно менше відповідають вимогам об'єктивної кваліметрії знань.

Тому можна зробити висновок щодо нагальної необхідності застосування сучасних інноваційних технологій для вдосконалення процесів, методів, процедур тощо урахування результатів шкільного навчання у показниках ЗНО. Оскільки ця проблема недостатньо досліджена, то метою цієї публікації є:

- дефазифікація оцінок 12-бальної шкали та переведення їх в абсолютну кількісну шкалу за допомогою «зважених» коефіцієнтів бажаності;
- встановлення більш досконалого інтегративного показника шкільного навчання та визначення критеріїв його подальшого застосування у ЗНО;
- оцінювання ефективності розроблених пропозицій.

Дефазифікація якісних оцінок 12-бальної шкали та переведення їх в абсолютну шкалу. Отже, враховуючи результати досліджень [9; 10], вважаємо, що можливо здійснити



дефазифікацію якісних (рангових) оцінок 12-бальної шкали, привласнюючи їм відповідні «зважені» коефіцієнти бажаності (прийнятності, привабливості, значущості, вагомості тощо), що відповідатиме переходу якісних оцінок до кількісних показників абсолютної шкали згідно схеми на рис. 3.

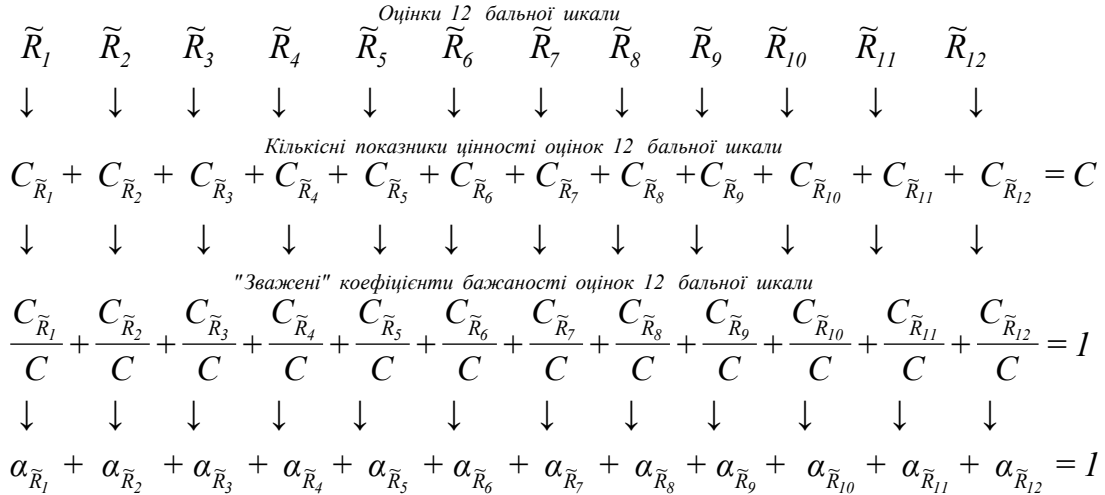


Рис. 3. Схема встановлення «зважених» коефіцієнтів бажаності оцінок 12-бальної шкали

«Зваженість» будь-яких коефіцієнтів значущості, зокрема, коефіцієнтів бажаності оцінок 12-бальної шкали, що можуть бути отримані відповідно до схеми на рис. 3, полягає як у тому, що вони у сумі дорівнюють одиниці, так і у тому, що змінюються в інтервалі $[0, 1]$:

$$0 \leq \alpha_{\tilde{R}_i} \leq 1. \tag{5}$$

Враховуючи ефективність для досліджень у дидактиці математичного методу розстановки пріоритетів, відомого також як «задача про лідера» [3; 4], необхідно перейти від загального впорядкування оцінок 12-бальної шкали виду (1) до їх попарного порівняння:

$$\begin{matrix} \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_{11} & \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_{10} & \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_9 & \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_8 \\ \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_7 & \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_6 & \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_5 & \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_4 \\ \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_3 & \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_2 & \tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_1 & \end{matrix}, \tag{6}$$

$$\begin{matrix} \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_{10} & \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_9 & \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_8 & \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_7 \\ \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_6 & \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_5 & \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_4 & \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_3, \\ \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_2 & \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_1 & & \end{matrix} \tag{7}$$

$$\begin{matrix} \tilde{R}_{10} \succ \tilde{R}_9 & \tilde{R}_{10} \succ \tilde{R}_8 & \tilde{R}_{10} \succ \tilde{R}_7 & \tilde{R}_{10} \succ \tilde{R}_6 \\ \tilde{R}_{10} \succ \tilde{R}_5 & \tilde{R}_{10} \succ \tilde{R}_4 & \tilde{R}_{10} \succ \tilde{R}_3 & \tilde{R}_{10} \succ \tilde{R}_2, \\ \tilde{R}_{10} \succ \tilde{R}_1 & & & \end{matrix} \tag{8}$$



$$\begin{array}{cccc} \tilde{R}_9 \succ \tilde{R}_8 & \tilde{R}_9 \succ \tilde{R}_7 & \tilde{R}_9 \succ \tilde{R}_6 & \tilde{R}_9 \succ \tilde{R}_5 \\ \tilde{R}_9 \succ \tilde{R}_4 & \tilde{R}_9 \succ \tilde{R}_3 & \tilde{R}_9 \succ \tilde{R}_2 & \tilde{R}_9 \succ \tilde{R}_1 \end{array}, \quad (9)$$

$$\begin{array}{cccc} \tilde{R}_8 \succ \tilde{R}_7 & \tilde{R}_8 \succ \tilde{R}_6 & \tilde{R}_8 \succ \tilde{R}_5 & \tilde{R}_8 \succ \tilde{R}_4 \\ \tilde{R}_8 \succ \tilde{R}_3 & \tilde{R}_8 \succ \tilde{R}_2 & \tilde{R}_8 \succ \tilde{R}_1 & \end{array}, \quad (10)$$

$$\begin{array}{cccc} \tilde{R}_7 \succ \tilde{R}_6 & \tilde{R}_7 \succ \tilde{R}_5 & \tilde{R}_7 \succ \tilde{R}_4 & \tilde{R}_7 \succ \tilde{R}_3 \\ \tilde{R}_7 \succ \tilde{R}_2 & \tilde{R}_7 \succ \tilde{R}_1 & & \end{array}, \quad (11)$$

$$\begin{array}{cccc} \tilde{R}_6 \succ \tilde{R}_5 & \tilde{R}_6 \succ \tilde{R}_4 & \tilde{R}_6 \succ \tilde{R}_3 & \tilde{R}_6 \succ \tilde{R}_2 \\ \tilde{R}_6 \succ \tilde{R}_1 & & & \end{array}, \quad (12)$$

$$\tilde{R}_5 \succ \tilde{R}_4 \quad \tilde{R}_5 \succ \tilde{R}_3 \quad \tilde{R}_5 \succ \tilde{R}_2 \quad \tilde{R}_5 \succ \tilde{R}_1, \quad (13)$$

$$\tilde{R}_4 \succ \tilde{R}_3 \quad \tilde{R}_4 \succ \tilde{R}_2 \quad \tilde{R}_4 \succ \tilde{R}_1, \quad (14)$$

$$\tilde{R}_3 \succ \tilde{R}_2 \quad \tilde{R}_3 \succ \tilde{R}_1, \quad (15)$$

$$\tilde{R}_2 \succ \tilde{R}_1. \quad (16)$$

Застосовуючи вирази (6) – (16), нескладно встановити кількісну порівняльну цінність зазначених оцінок, використовуючи наступні співвідношення [4; 9; 20 та ін.]:

$$c_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{якщо } \tilde{R}_i \succ \tilde{R}_j \\ 0, & \text{якщо навпаки, } \tilde{R}_{ij} \succ \tilde{R}_i \end{cases} \quad (17)$$

і побудувати відповідну квадратну матрицю $C = \|c_j\|$ (графи 1-13 табл. 2).

Для подальшої обробки даних таблиці 2 застосовується вищезазначений метод розстановки пріоритетів, що дає змогу отримати значення «зважених» коефіцієнтів бажаності оцінок 12-бальної шкали для 4-х ітерацій його застосування (графи 15, 17, 19, 21 табл. 2).

Як бачимо з таблиці 2, для прийнятої точності обчислень під час безперервного уточнення (диференціації) коефіцієнтів бажаності на кожній наступній ітерації, одиниця (як найгірша оцінка 12-бальної шкали), виходить на нульовий коефіцієнт бажаності на IV ітерації. При цьому застосовувати результати I ітерації також недоречно, оскільки вони відображають лінійну залежність коефіцієнтів бажаності. Таким чином, вважаємо за доцільне прийняти для подальших досліджень коефіцієнти бажаності, отримані на III ітерації застосування методу розстановки пріоритетів. Адже при прийнятій точності обчислень на цій ітерації забезпечується максимальна диференціація шуканих коефіцієнтів, що мають яскраво виражений нелінійний характер (графа 19 табл. 2), що відповідає сприйняттю бажаності оцінок 12-бальної шкали.

Рисунок 4 наочно ілюструє максимальну диференціацію шуканих коефіцієнтів на III ітерації застосування методу розстановки пріоритетів.



Таблиця 2

Результати застосування методу розстановки пріоритетів для встановлення «зважених» коефіцієнтів бажаності оцінок 12-бальної шкали

\bar{R}_i	\bar{R}_{12}	\bar{R}_{11}	\bar{R}_{10}	\bar{R}_9	\bar{R}_8	\bar{R}_7	\bar{R}_6	\bar{R}_5	\bar{R}_4	\bar{R}_3	\bar{R}_2	\bar{R}_1	I ітерація	
													\sum_i	α_i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
\bar{R}_{12}	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	23	0,1598
\bar{R}_{11}	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	21	0,1458
\bar{R}_{10}	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	19	0,1319
\bar{R}_9	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	17	0,1181
\bar{R}_8	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	15	0,1042
\bar{R}_7	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	13	0,0903
\bar{R}_6	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	11	0,0764
\bar{R}_5	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	9	0,0625
\bar{R}_4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	7	0,0486
\bar{R}_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	5	0,0347
\bar{R}_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0,0208
\bar{R}_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,0069
\sum													144	1
\bar{R}_i	II ітерація		III ітерація		IV ітерація		—							
	\sum_i	α_i	\sum_i	α_i	\sum_i	α_i								
1	16	17	18	19	20	21								
\bar{R}_{12}	265	0,2293	2047	0,2921	11967	0,3368								
\bar{R}_{11}	221	0,1912	1561	0,2228	9559	0,2691								
\bar{R}_{10}	181	0,1566	1158	0,1653	5640	0,1588								
\bar{R}_9	145	0,1254	833	0,1189	3649	0,1027								
\bar{R}_8	113	0,0978	575	0,0821	2241	0,0631								
\bar{R}_7	85	0,0735	377	0,0538	1289	0,0363								
\bar{R}_6	61	0,0528	231	0,033	681	0,0192								
\bar{R}_5	41	0,0355	129	0,0184	321	0,009								
\bar{R}_4	25	0,0216	63	0,009	129	0,0036								
\bar{R}_3	13	0,0112	25	0,0035	41	0,0011								
\bar{R}_2	5	0,0043	7	0,001	9	0,0003								
\bar{R}_1	1	0,0008	1	0,0001	1	0,0000								
\sum	1156	1	7007	1	35527	1								

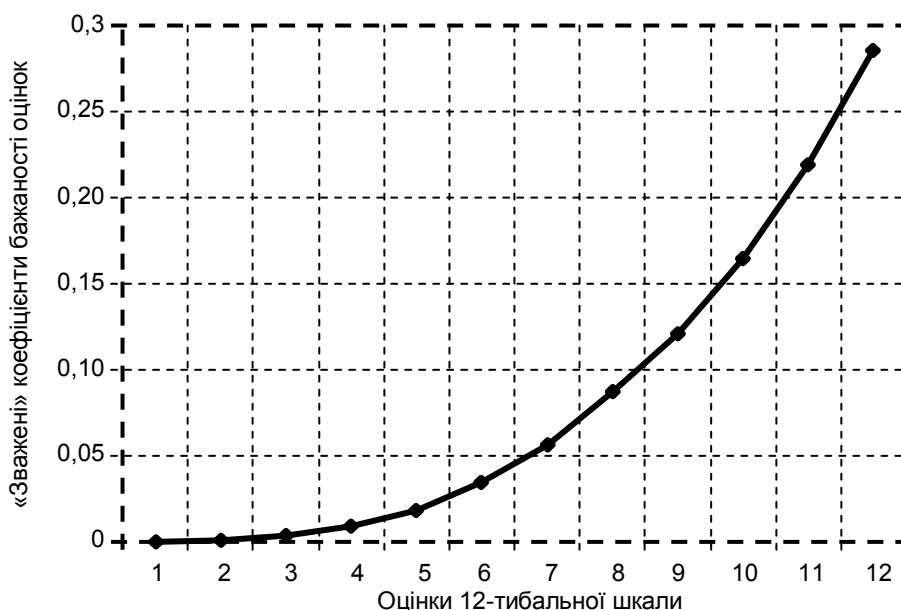


Рис. 4. Номограма нелінійних коефіцієнтів бажаності оцінок 12-бальної шкали, отриманих на III ітерації застосування методу розстановки пріоритетів

Таким чином, можна вважати розв'язаним перше завдання цього дослідження.

Розроблення мультиплікативного підходу до встановлення інтегративної оцінки успішності шкільного навчання. Маючи «зважені» коефіцієнти бажаності оцінок, що подано у графі 19 таблиці 2 та більш наочно у рисунку 4, нескладно реалізувати *мультиплікативний підхід* до знаходження інтегративного показника шкільного навчання, застосовуючи функцію бажаності Харрінгтона (E. C. Harrington) [1; 12; 19 та ін.], що стосовно специфіки наших досліджень буде мати такий вигляд:

$$\varphi = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \alpha_{\tilde{R}_i}}, \quad (18)$$

де n – кількість навчальних дисциплін в атестаті.

Мультиплікативна функція агрегації (18) припускає можливість не абсолютної, як у випадку реалізації адитивного підходу, а відносної, часткової компенсації невисоких значень рівня навчальних досягнень за одними навчальними дисциплінами, високими значеннями з інших, що відповідає практиці навчання. Дослідження [1; 12; 19 та ін.] показали, що формула (18) дійсно може бути кількісним, однозначним, єдиним і універсальним інтегративним показником успішності шкільного навчання. Враховуючи ще й такі її властивості, як адекватність, ефективність і статистична чутливість, узагальнену функцію бажаності (18) дійсно можна застосовувати як критерій оптимізації. Запропонований мультиплікативний підхід сприяє запобіганню виникнення помилок I-II роду, про які йшлося вище.

Отримавши інтегративний показник шкільного атестату виду (18), потрібно його нормувати, орієнтуючись на кращий цільовий показник – коефіцієнт бажаності найкращої оцінки 12-бальної шкали $\alpha_{\tilde{R}_{12}} = 0,2851$, що й відповідає переходу до 200-бальної шкали:

$$\varphi_{3HO} = \frac{\varphi}{\alpha_{\tilde{R}_{12}}} \quad 200 = \frac{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \alpha_{\tilde{R}_i}}}{\alpha_{\tilde{R}_{12}}} \quad 200 \quad (19)$$



Таким чином, враховуючи отримання нами мультиплікативної функції агрегації частинних показників успішності шкільного навчання, що реалізується, як середнє геометричне значення зважених коефіцієнтів бажаності оцінок шкільного атестату, можна констатувати факт розв'язання другого завдання цього дослідження.

Оцінювання ефективності розробленого підходу переведення оцінок 12-бальної шкали у показники 200-бальної. Розглянемо ефективність розроблених нами рекомендацій щодо врахування показників успішності шкільного навчання у показниках ЗНО на такому прикладі. У таблиці 3 подано підсумкові результати реального навчання двох випускників українських шкіл 2015 р., які мають однакову суму оцінок за результатами навчання, а також пройшли державну підсумкову атестацію з трьох навчальних дисциплін кожний.

Таблиця 3

Порівняльний аналіз ефективності застосування різних методів врахування успішності шкільного навчання у показниках зовнішнього незалежного оцінювання

№ з.п.	Навчальна дисципліна	Абітурієнт А		Абітурієнт Б	
		оцінка атестату	коефіцієнт бажаності оцінки	оцінка атестату	Коефіцієнт бажаності оцінки
1	2	3	4	5	6
1	Українська мова	11	0,2228	11	0,2228
2	Українська література	11	0,2228	11	0,2228
3	Світова література	11	0,2228	11	0,2228
4	Англійська мова	11	0,2228	11	0,2228
5	Історія України	10	0,1653	10	0,1653
6	Всесвітня історія	10	0,1653	10	0,1653
7	Економіка	11	0,2228	11	0,2228
8	Людина і світ	11	0,2228	10	0,1653
9	Географія	10	0,1653	10	0,1653
10	Алгебра	11	0,2228	12	0,2921
11	Геометрія	11	0,2228	12	0,2921
12	Астрономія	11	0,2228	12	0,2921
13	Біологія	12	0,2921	12	0,2921
14	Фізика	11	0,2228	12	0,2921
15	Хімія	11	0,2228	10	0,1653
16	Екологія	12	0,2921	11	0,2228
17	Художня культура	12	0,2921	12	0,2921
18	Інформатика	11	0,2228	12	0,2921
19	Технології	11	0,2228	10	0,1653
20	Фізична культура	12	0,2921	10	0,1653
21	Захист Вітчизни	12	0,2921	12	0,2921
Державна підсумкова атестація					
22	Українська мова	7	0,0538	10	0,1653
23	Історія України	12	0,2921	–	–
24	Біологія	12	0,2921	–	–
25	Математика	–	–	11	0,2228
26	Фізика	–	–	11	0,2228
27	Σ	264	5,4908	264	5,4416
28	Середнє значення	11	0,2288	11	0,2267
29	Показник 200-бальної шкали	190,5	156,6	190,5	155,2
30	Середнє геометричне значення	–	0,2189	–	0,2206
31	Показник 200-бальної шкали	–	149,9	–	151,0



Зауважимо, що ми прагнули обрати атестати з однаковою підсумковою успішністю, оскільки досвід досліджень [19] вказує на найбільшу наочність отримуваних результатів для таких випадків.

Якщо здійснювати аналіз таблиці 3 з позицій нормативних рекомендацій МОН України, то можна побачити, що успішність шкільного навчання визначається для абітурієнтів А і В загальною сумою 264 бали за 12-бальною шкалою для кожного (рядок 27, графи 3, 5 табл. 3), що відповідає середньому показнику атестату 11 балів (рядок 28, графи 3, 5 табл. 3).

Користуючись нормативами таблиці 1, тривіально встановлюється, що за показниками ЗНО це має відповідати 190,5 балам 200-бальної шкали. Тобто, йдеться про надзвичайно високий показник ЗНО, причому однаковий для обох абітурієнтів.

Однак, розвиваючи наш підхід щодо отримання інтегративного показника успішності шкільного навчання, поставимо у відповідність оцінкам атестату (графа 3, 5 табл. 3) коефіцієнти їх бажаності (графа 4, 6 табл. 3). Тоді загальна сума таких коефіцієнтів для зазначених абітурієнтів буде відрізнятися і складе величину 5,4908 для абітурієнта А і 5,4416 для абітурієнта В. Відповідно, середні показники коефіцієнтів бажаності оцінок атестату становитимуть 0,2288 і 0,2267. Отже, можна зробити висновок про дещо кращі результати шкільного навчання абітурієнта А порівняно з абітурієнтом В.

Застосовуючи той самий адитивний підхід МОН України, нескладно встановити відповідний показник для ЗНО за формулою:

$$\varphi_{\text{ЗНО}} = \frac{1}{\alpha_{\tilde{R}_{12}}} \left(\frac{\sum_{i=1}^{n=24} \alpha_{\tilde{R}_i} \varphi}{n} \right) \cdot 200. \quad (20)$$

Як бачимо (рядок 29, графи 4, 6 табл. 3), за таких умов результати успішності шкільного навчання за показниками ЗНО складуть для абітурієнта А 156,6 балів, що на 17,8 % менше нормативно встановленого показника, а для абітурієнта В шуканий показник ЗНО становив величину 155,2 балів, що на 18,5 % менше того ж нормативно встановленого показника, що має дорівнювати величині 190,5 балів за 200-бальною шкалою.

Необхідно акцентувати увагу на тому, що отримані результати, з одного боку, відповідають прийнятій гіпотезі нелінійної залежності коефіцієнтів бажаності оцінок 12-бальної шкали (рис. 4), а з іншого, – отримані результати мають чітке наукове обґрунтування.

Розвиваючи процедури реалізації мультиплікативного підходу до встановлення інтегративних показників у дидактиці і застосування зі зазначеною метою функцій бажаності Харрінгтона (19), вкажемо, що отримане нами більш обережне значення інтегративного показника успішності шкільного навчання, що дорівнює для абітурієнтів А і В відповідно 0,2189 і 0,2206, відповідає показникам ЗНО 149,9 балів і 151,0 балів.

Як бачимо, за рахунок більш обережного мультиплікативного підходу до оцінювання інтегративного показника атестату дещо більшими стали показники ЗНО вже для абітурієнта В. Необхідно також зазначити, що показники ЗНО у цьому випадку зменшуються стосовно нормативно встановленого МОН України відповідно на 21,3 % і 20,7 %. Тобто, вони є більш обережнішими щодо результатів, отриманих адитивним підходом до агрегації коефіцієнтів бажаності оцінок.

Зауважимо, що знову ж йдеться, з одного боку, про застосування більш обережного мультиплікативного підходу до агрегації коефіцієнтів бажаності оцінок атестату, а з іншого, – про чітке наукове обґрунтування отриманих результатів. Причому результати наших досліджень і відповідного аналізу ґрунтуються на прийнятій максимальній диференціації (нелінійності)



коефіцієнтів бажаності оцінок 12-бальної шкали, що відповідає показникам III ітерації застосування методу розстановки пріоритетів.

У таблиці 4 подано результати переведення за 200-бальною шкалою інтегративних показників коефіцієнтів бажаності, що відповідають ітераціям застосування методу розстановки пріоритетів. У цьому випадку найбільш обережними і нелінійними є показники, отримані для II ітерації застосування методу розстановки пріоритетів.

Разом із тим, потрібно констатувати, що на ступінь диференціації коефіцієнтів бажаності 12-бальної шкали вплинула специфіка методу розстановки пріоритетів, зокрема порівняльна «цінність» оцінок, що встановлюється виразом (17). Таким чином, вважаємо, що подальші дослідження необхідно здійснювати щодо уточнення зазначених коефіцієнтів за допомогою «методу аналізу ієрархій» Т. Сааті (T. L. Saaty) і вважаємо третє завдання нашого дослідження розв'язаним [27].

Таблиця 4

Співвідношення пропозицій урахування результатів шкільного навчання за показниками зовнішнього незалежного оцінювання

Оцінки 12-бальної шкали	Показники зовнішнього незалежного оцінювання			
	Нормативні	Пропоновані залежно від ітерації методу розстановки пріоритетів		
		I	II	III
1	2	3	4	5
\tilde{R}_1	106	8,6	0,7	0,1
\tilde{R}_2	112	26,0	3,8	0,7
\tilde{R}_3	118	43,4	9,8	2,4
\tilde{R}_4	124	60,8	18,8	6,3
\tilde{R}_5	133,5	78,2	31,0	12,6
\tilde{R}_6	143	95,6	46,1	22,6
\tilde{R}_7	152,5	113,0	64,1	36,8
\tilde{R}_8	162	130,4	85,3	56,2
\tilde{R}_9	171,5	147,8	109,4	81,4
\tilde{R}_{10}	181	165,1	136,6	113,2
\tilde{R}_{11}	190,5	197,5	166,8	152,6
\tilde{R}_{12}	200	200	200	200

На основі отриманих та розглянутих у цій публікації нових наукових результатів, необхідно констатувати, що застосування методології теорії кваліметрії та системного аналізу сприяло принциповому та науково-обґрунтованому розв'язанню проблеми врахування успішності шкільного навчання за показниками ЗНО.

Уперше було здійснено перехід від якісних оцінок 12-бальної шкали впорядкування до кількісних показників абсолютної шкали, де цим оцінкам привласнено відповідні «зважені» коефіцієнти бажаності, отримані за допомогою методу розстановки пріоритетів. Також уперше інтегративний показник успішності шкільного навчання було визначено за допомогою мультиплікативної функції агрегації, в якості якої було застосовано адаптовану



для потреб досліджень функцію бажаності Харрінгтона. Взявши за основу цільовий показник (коефіцієнт бажаності найкращої оцінки $\alpha_{\tilde{R}_{12}}$), здійснено нормування інтегративного показника успішності шкільного навчання для його переведення у 200-бальну шкалу.

Перевірка ефективності результатів теоретичних досліджень у порівняльному аналізі змісту двох атестатів випускників 2015 р., які отримали рівну суму балів, вказує на суттєве зменшення показника ЗНО (до 18,5 % за реалізації адитивного підходу до агрегації коефіцієнтів бажаності і до 21,3 % у випадку застосування мультиплікативного підходу) за абсолютної наукової обґрунтованості відповідних показників, що базуються на припущенні щодо нелінійної залежності коефіцієнтів бажаності оцінок 12-бальної шкали.

Вважаємо, що подальші дослідження щодо узгодженості оцінок 12-бальної і 200-бальної шкал доцільно здійснювати:

по-перше, у напрямі встановлення подальшої емпіричної ефективності розроблених рекомендацій на більш суттєвій вибірці абітурієнтів;

по-друге, з позицій запобігання помилок I–II роду;

по-третє, щодо уточнення значень коефіцієнтів бажаності оцінок 12-бальної шкали за допомогою методу аналізу ієрархій Т. Сааті.

Використані літературні джерела

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 278 с.
2. Аткинсон Р. Человеческая память и процесс обучения [Текст] / Р. Аткинсон ; пер. с англ. – М. : Прогресс, 1980. – 528 с.
3. Берж К. Теория графов и ее применение [Текст] / К. Берж ; пер. с франц. – М. : ИЛ, 1962. – 320 с.
4. Блумберг В. А. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов [Текст] / В. А. Блумберг, В. Ф. Глущенко. – Л. : Лениздат, 1982. – 160 с.
5. Васильев В. И. Основы квалиологии и квалиметрии образования [Текст] / В. И. Васильев, Т. Н. Тягунова. – М. : Изд. центр ЕАОИ, 2007. – 280 с.
6. Вентцель Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – М. : Наука, 1969. – 576 с.
7. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде ; под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского ; пер. с англ. Н. И. Ринго. – М. : Мир, 1976. – 165 с.
8. Камишин В. В. Імперативи у встановленні прохідного балу рівнів навчальних досягнень студентів [Текст] / В. В. Камишин // Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія та практика : зб. наук. пр. – Вип. 11. – Київ : Інститут обдарованої дитини, 2013. – С. 49–59.
9. Камишин В. В. Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу [Текст] : монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. – Київ : Інформаційні системи, 2012. – 270 с.
10. Камишин В. В. Процедура фазифікації/дефазифікації балів шкал оцінювання [Текст] / В. В. Камишин, О. М. Рева, Л. М. Макаренко, О. М. Медведенко // Електроніка та системи управління. – Київ : НАУ, 2012. – № 3 (33). – С. 53–62.
11. Камышин В. В. Нечеткие модели квалиметрии результатов внешнего независимого оценивания как методическое наполнение программ обучения старшеклассников информационным технологиям [Текст] / В. В. Камышин // Информационные телекоммуникационные сети : профессиональный журн. – Республика Казахстан, 2013. – № 7–8 (83–84). – С. 16–21.
12. Камышин В. В. Разработка методических рекомендаций для педагогов по интегральной оценке академической и интеллектуальной одаренности обучающихся [Текст] / В. В. Камышин // Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. – Челябинск : ЧИППКРО, 2013. – № 3–4 (16–17). – С. 108–118.
13. Кириллов В. И. Квалиметрия и системный анализ [Текст] : учеб. пособ. / В. И. Кириллов. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2011. – 440 с.
14. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений [Текст] / Ю. Козелецкий ; под ред. Б. В. Бирюкова ; пер. с польск. : Г. Е. Минца, В. Н. Поруса. – М. : Прогресс, 1979. – 504 с.
15. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств [Текст] / А. Кофман ; под ред. С. И. Травкина ; пер. с франц. В. Б. Кузьмина. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.



16. Критерії оцінювання навчальних досягнень у системі загальної середньої освіти (проект) // Освіта. – 2000. – № 37 (23–30 серпня).
17. *Марченко Е. К.* Методы квалиметрии в педагогике [Текст] / Е. К. Марченко. – М. : Знание, 1979. – 33 с.
18. *Михеев В. И.* Моделирование и методы теории измерений в педагогике [Текст] / В. И. Михеев. – М. : Высшая школа, 1987. – 200 с.
19. Мультипликативный подход к интегральной оценке уровня профессиональной подготовки авиационных операторов [Текст] / А. Н. Рева, В. А. Шульгин, С. П. Борсук [и др.] // *Elmi məsələlər: Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasının.* – Bakı, İyul – Sentyabr 2014. – Child 16. – С. 42-53.
20. Надежность и эффективность в технике [Текст] : справочник в 10 т. / под общ. ред.: В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. – М. : Машиностроение, 1988. – Т. 3: Эффективность технических систем. – 328 с.
21. *Перегудов Ф. И.* Введение в системный анализ [Текст] : учеб. пособ. / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. – М. : Высшая школа, 1989. – 367 с.
22. *Пфанцагль И.* Теория измерений [Текст] / И. Пфанцагль. – М. : Мир, 1976. – 248 с.
23. *Рева О. М.* 12 балів: український компроміс європейської «полегшеної шкали оцінювання» [Текст] / О. М. Рева, О. Ф. Штанько, І. А. Добрянський // Вища школа : наук.-практичне видання. – Київ, 2005. – № 4. – С. 40-55.
24. *Рева О. М.* Шляхом Болонського процесу: комплекс моделей кваліметрії і узгодженості рівнів навчальних досягнень студентів у різних оцінних системах [Текст] / О. М. Рева, В. В. Федієнко // Проблеми освіти : наук.-метод. зб. – К. : ІТЗО, 2007. – Вип. 50. – С. 3–7.
25. *Розенберг Н. М.* Проблемы измерений в дидактике [Текст] / Н. М. Розенберг ; под ред. Д. А. Сметанина. – К. : Вища школа, 1979. – 175 с.
26. *Рязанцева Ю. В.* Основные тенденции развития систем оценки знаний умений и навыков обучаемых в отечественной педагогической практике [Текст] / Ю. В. Рязанцева // Армия и общество. – 2008. – № 1. – С. 12–26.
27. *Саати Т.* Принятие решений: метод анализа иерархий [Текст] : пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
28. *Субетто А. И.* Введение в квалиметрию высшей школы [Текст] / А. И. Субетто. – М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1991. – Кн. 1. Общие основания квалиметрии высшей школы. – 84 с.
29. *Супес П.* Основы теории измерений [Текст] / П. Супес, Р. Зинес // Психологические измерения. – М. : Мир, 1967. – С. 9–110.
30. Про затвердження умов прийому на навчання до вищих навчальних закладів України в 2016 році [Електронний ресурс] / Наказ Міністерства освіти і науки України 15 жовтня 2015 року № 1085. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1351-15>. – Назва з екрана.
31. *Циба В. Т.* Основы теории квалиметрии [Текст] : навч. посіб. / В. Т. Циба. – К. : ІЗМН, 1997. – 160 с.
32. *Harrington E. C.* Desirability Function [Text] / E. C. Harrington // *Industrial Quality Control*, april 1965. – V. 2.

Bibliography

1. *Adler Yu. P.* Planirovaniye eksperymenta pry poyske optymalnykh uslovyi [Tekst] / Yu. P. Adler, E. V. Markova, Yu. V. Hranovskyi. – M. : Nauka, 1976. – 278 s.
2. *Atkinson R.* Chelovecheskaia pamiat y protsess obucheniya [Tekst] / R. Atkinson ; per. s anhl. – M. : Prohress, 1980. – 528 s.
3. *Berzh K.* Teoriya hrafov y ee pryomeniye [Tekst] / K. Berzh ; per. s. frants. – M. : YL, 1962. – 320 s.
4. *Bliumberh V. A.* Kakoe resheniye luchshe? Metod rasstanovky pryorytetov [Tekst] / V. A. Bliumberh, V. F. Hlushchenko. – L. : Lenydat, 1982. – 160 s.
5. *Vasylev V. Y.* Osnovy kvalyolohyy y kvalymetryy obrazovaniya [Tekst] / V. Y. Vasylev, T. N. Tiahunova. – M. : Yzd. tsentr EAOY, 2007. – 280 s.
6. *Venttsel E. S.* Teoriya veroiatnostei / E. S. Venttsel. – M. : Nauka, 1969. – 576 s.
7. *Zade L.* Poniatye lynchvystycheskoi peremennoi y eho pryomeniye k pryniatiyu pryblzhennykh resheniy [Tekst] / L. Zade ; pod red. N. N. Moyseeva, S. A. Orlovskoho ; per. s anhl. N. Y. Rynho. – M. : Myr, 1976. – 165 s.
8. *Kamyshyn V. V.* Imperatyvy u vstanovlenni prokhidnoho balu rivniv navchalnykh dosiahnen studentiv [Tekst] / V. V. Kamyshyn // Navchannia i vykhovannia obdarovanoi dytyny: teoriia ta praktyka : zb. nauk. pr. – Vyp. 11. – Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny, 2013. – S. 49–59.
9. *Kamyshyn V. V.* Metody systemnoho analizu u kvalimetrii navchalno-vykhovnoho protsesu [Tekst] : monohrafiia / V. V. Kamyshyn, O. M. Reva. – Kyiv : Informatsiini systemy, 2012. – 270 s.



10. *Kamyshyn V. V.* Protsedura fazyfikatsii/defazyfikatsii baliv shkal otsiniuvannia [Tekst] / V. V. Kamyshyn, O. M. Reva, L. M. Makarenko, O. M. Medvedenko // Elektronika ta systemy upravlinnia. – Kyiv : NAU, 2012. – № 3 (33). – S. 53–62.
11. *Kamyshyn V. V.* Nechetkye modely kvalymetryy rezultatov vneshnego nezavysymoho otsenyvaniya kak metodycheskoe napolnenye programm obucheniya starsheklassnykov ynformatsyonnym tekhnolohyiam [Tekst] / V. V. Kamyshyn // Ynformatsyonnye telekommunikatsyonnye sety : professyonalnyi zhurn. – Respublyka Kazakhstan, 2013. – № 7–8 (83–84). – S. 16–21.
12. *Kamyshyn V. V.* Razrabotka metodycheskykh rekomendatsyi dlia pedahohov po yntehralnoi otsenke akademycheskoi y yntellektualnoi odarennosti obuchaiushchykhhsia [Tekst] / V. V. Kamyshyn // Nauchnoe obespechenye systemy povysheniya kvalyfykatsyy kadrov. – Cheliabynsk : ChYPPKRO, 2013. – № 3–4 (16–17). – S. 108–118.
13. *Kyryllov V. Y.* Kvalymetryia y systemnyi analiz [Tekst] : ucheb. posob. / V. Y. Kyryllov. – Mynsk : Novoe znanye ; M. : YNFRA-M, 2011. – 440 s.
14. *Kozeletskiy Yu.* Psykholohycheskaia teoriya reshenyi [Tekst] / Yu. Kozeletskiy ; pod red. B. V. Byriukova ; per. s polsk.: H. E. Myntsa, V. N. Porusa. – M. : Prohress, 1979. – 504 s.
15. *Kofman A.* Vvedenye v teoriyu nechetkykh mnozhestv [Tekst] / A. Kofman ; pod red. S. Y. Travkina ; per. s frants. V. B. Kuzmyna. – M. : Radyo y sviaz, 1982. – 432 s.
16. Kryterii otsiniuvannia navchalnykh dosiahnen u systemi zahalnoi serednoi osvity (proekt) // Osvita. – 2000. – № 37 (23–30 serpnia).
17. *Marchenko E. K.* Metody kvalymetryy v pedahohyke [Tekst] / E. K. Marchenko. – M. : Znanye, 1979. – 33 s.
18. *Mykheev V. Y.* Modelyrovanye y metody teoryy yzmerenyi v pedahohyke [Tekst] / V. Y. Mykheev. – M. : Vysshahaia shkola, 1987. – 200 s.
19. Mulyplykatyvnyi podkhod k yntehralnoi otsenke urovnia professyonalnoi podhotovky avyatsyonnykh operatorov [Tekst] / A. N. Reva, V. A. Shulhyn, S. P. Borsuk [y dr.] // Elmi məcmuələr: Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasinin. – Baki, Iyul – Sentyabr 2014. – Child 16. – C. 42–53.
20. Nadezhnost y efektyvnost v tekhnike [Tekst] : spravochnyk v 10 t. / pod obshch. red.: V. F. Utkyna, Yu. V. Kriuchkova. – M. : Mashynostroeniye, 1988. – T. 3: Efektyvnost tekhnicheskyykh system. – 328 s.
21. *Perehudov F. Y.* Vvedenye v systemnyi analiz [Tekst] : ucheb. posob. / F. Y. Perehudov, F. P. Tarasenko. – M. : Vysshahaia shkola, 1989. – 367 s.
22. *Pfantsahl Y.* Teoriya yzmerenyi [Tekst] / Y. Pfantsahl. – M. : Myr, 1976. – 248 s.
23. *Reva O. M.* 12 baliv: ukrainskyi kompromis yevropeiskoi «polehshenoii shkaly otsiniuvannia» [Tekst] / O. M. Reva, O. F. Shtanko, I. A. Dobrianskyi // Vyshcha shkola : nauk.-praktychne vydannia. – Kyiv, 2005. – № 4. – S. 40–55.
24. *Reva O. M.* Shliakhom Bolonskoho protsesu: kompleks modelei kvalimetrii i uzgodzhenosti rivniv navchalnykh dosiahnen studentiv u riznykh otsinnykh systemakh [Tekst] / O. M. Reva, V. V. Fediienko // Problemy osvity : nauk.-metod. zb. – K. : IITZO, 2007. – Vyp. 50. – S. 3–7.
25. *Rozenberh N. M.* Problemy yzmerenyi v dydaktyke [Tekst] / N. M. Rozenberh ; pod red. D. A. Smetanyna. – K. : Vyshcha shkola, 1979. – 175 s.
26. *Riazantseva Yu. V.* Osnovnye tendentsyy razvytiya system otsenky znanyi umeni y navykov obuchaemykh v otechestvennoi pedahohyckoi praktyke [Tekst] / Yu. V. Riazantseva // Armiya y obshchestvo. – 2008. – № 1. – S. 12–26.
27. *Saaty T.* Pryniatye reshenyi: metod analiza yerarkhyi [Tekst] : per. s anhl. R. H. Vachnadze / T. Saaty. – M.: Radyo y sviaz, 1993. – 278 s.
28. *Subetto A. Y.* Vvedenye v kvalymetryiu vysshei shkoly [Tekst] / A. Y. Subetto. – M. : Yssledovatel'skyi tsentr problem kachestva podhotovky spetsyalystov, 1991. – Kn. 1. Obshchye osnovaniya kvalymetryy vysshei shkoly. – 84 s.
29. *Supes P.* Osnovy teoryy yzmerenyi [Tekst] / P. Supes, R. Zynes // Psykholohycheskye yzmereniya. – M. : Myr, 1967. – S. 9–110.
30. Pro zatverdzhennia umov pryomu na navchannia do vyshchykh navchalnykh zakladiv Ukrainy v 2016 rotsi [Elektronnyi resurs] / Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy 15 zhovtnia 2015 roku № 1085. – Rezhym dostupu: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1351-15>. – Nazva z ekrana.
31. *Tsyba V. T.* Osnovy teorii kvalimetrii [Tekst] : navch. posib. / V. T. Tsyba. – K. : IZMN, 1997. – 160 s.
32. *Harrington E. C.* Desirability Function [Text] / E. C. Harrington // Industrial Quality Control, april 1965. – V. 2.