

УДК 519.2

Н.А. Яремчук, О.М. Сікоза

АНАЛІЗ ПЕРЕХОДУ ВІД РЕЙТИНГОВОЇ ШКАЛИ ДО ШКАЛИ КВАЗІПОРЯДКУ ЗА УМОВ ПОЛІМОРФІЗМУ

Вступ

Зараз процедура вимірювання поширюється на складні об'єкти, частина характеристик яких відображається за шкалою порядку (ординальною шкалою). У праці [1] наведено поняття ординальної величини. Дана величина – це величина, яка визначається за узгодженою процедурою вимірювання, що встановлює загальне відношення порядку відповідно до розміру однорідних величин, але для якої не визначено алгебричної операції.

При знаходженні властивостей складного об'єкта можливі ситуації, коли необхідно його певні показники перевести з однієї шкали до іншої. Так, за "Болонським процесом" [2, 3] і кредитно-модульною системою бальні оцінки за рейтингом, що визначаються в порядковій шкалі, переводять до шкали ECTS або іншої національної шкали, що відрізняються кількістю градаций і їх позначеннями. Існує ряд праць [4–9], в яких розглянута необхідність переведення оцінок, що подані за різними шкалами, особливо в умовах поліморфізму (відображення однієї властивості кількома шкалами). У праці [10] зауважено, що при прийнятті рішень стосовно якості того чи іншого об'єкта за різними шкалами доцільним є переведення оцінок з більш сильних шкал до слабких.

Формально (з огляду на теорію шкал) шкала ECTS і їй подібні шкали належать до номінальних шкал, де основним відношенням є відношення еквівалентності всередині класу. Але між класами цих шкал справедливе відношення порядку. Шкалу, що є сукупністю впорядкованих класів еквівалентності, називають шкалою квазіпорядку [11].

Якщо значення ординальних величин використовуються для прийняття рішень за шкалами квазіпорядку, то виникає необхідність обчислення характеристик невизначеності [12, 13], що є характеристиками якості вимірювання. У статті [14] наведено способи отримання

невизначеності результату вимірювання в різних вимірювальних шкалах.

Все це зумовлює необхідність більш детального аналізу переходу від рейтингової оцінки, отриманої за шкалою порядку, до оцінки стану складного об'єкта, одержаної за шкалою квазіпорядку з оцінюванням невизначеності; при цьому потрібно врахувати особливості шкал порядку і квазіпорядку.

Постановка задачі

Метою статті є аналіз переходу відображення ординальної величини за шкалою порядку до відображення за шкалою квазіпорядку при ідентифікації і вимірюванні стану складного об'єкта. Головною характеристикою якості переходу вибрано невизначеність вимірювання.

Відображення характеристик складного об'єкта

Складний об'єкт характеризується сукупністю показників (незалежних чи пов'язаних залежністю в неявному вигляді) або латентних параметрів $X = \{x_i\}$, $i = 1, 2, \dots, m$, де m – кількість параметрів або множина квазіметричних показників якості, якими характеризується об'єкт. Окремі показники або параметри можуть відобразитися за відповідними шкалами, а об'єкт – його профілем, тобто сукупністю числових значень показників (параметрів). Тоді конкретний об'єкт характеризується m -вимірною оцінкою $\{x_1, x_2, \dots, x_m\}$. Профіль об'єкта зазвичай використовується як проміжна оцінка, за якою будуються рейтингові оцінки і приймаються відповідні рішення. Для того щоб використати такі багатовимірні оцінки, треба встановити між ними відношення переваги або домінування, тобто вирішувальне правило

$$F : \{x_i\} \rightarrow G,$$

де G – комплексний показник (сумарний, узагальнений), що дає змогу оцінити перевагу однієї багатовимірної оцінки одного об'єкта над іншими.

Вирішувальне правило – це порівняння багатовимірних оцінок і отримання висновку про перевагу одних оцінок над іншими. Можливі варіанти прийняття рішення за вирішувальним правилом наведено на рис. 1.

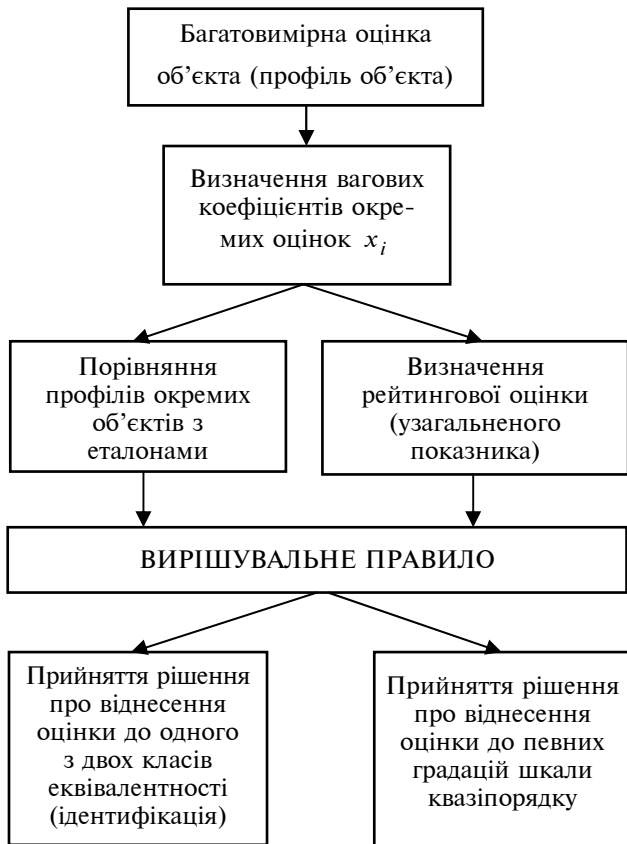


Рис. 1. Варіанти прийняття рішення за вирішувальним правилом

Формування рейтингової оцінки і перехід до шкали квазіпорядку

Рейтингова оцінка розглядається як кумулятивний (проміжний) показник об'єктивного оцінювання якості або стану складного об'єкта за частковими показниками, що дає змогу визначити його положення за єдиною шкалою.

Якщо для прикладу розглянути ситуацію навчального процесу, то рейтингова оцінка буде проміжною ланкою при оцінюванні якості знань студентів. Окремі показники відображаються за шкалою порядку в балах, де бали нараховуються або в результаті тестування за кількістю правильних відповідей, або за порівнянням з еталонами, які відповідають градаціям шкали. Це означає, що за роботу, виконану студентами в навчальному процесі, їм за визначеними правилами нараховуються бали B_{ij} , які за допомогою певних метрик переводяться в рейтингову оцінку (рис. 2). У праці [15] розглянуто основні способи побудови метрик (адитивний і мультиплікативний).

За рейтинговою оцінкою або профілем об'єкта може бути прийнято відповідне рішення (за дихотомічною якісною шкалою – об'єкт задовольняє чи не задовольняє вимоги, для навчання: “зараховано”, “незараховано”), може бути проведено ранжування об'єктів, а також визначено розміщення об'єкта за шкалою квазіпорядку.

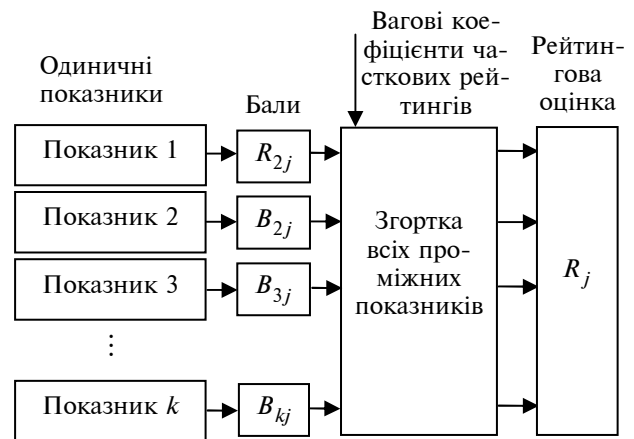


Рис. 2. Формування рейтингової оцінки

Квазіпорядок – це впорядкування сукупності класів еквівалентності $\{M_1, M_2, \dots\}$ деякої множини M за їх представниками $\alpha_1, \alpha_2, \dots$. Таке впорядкування отожднює елементи множини M , що належать до одного й того ж класу еквівалентності, і визначає на цій множині квазіпорядок (передпорядок) [11]. Прикладом шкали квазіпорядку є шкала відображення рівня навченості – ECTS (“A”, “B”, “C”) і традиційна шкала (“відмінно”, “добре”, ...). Приклад переведення рейтингового бала до шкали ECTS і до традиційної шкали наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Приклад переведення рейтингового бала до шкали квазіпорядку (ECTS і традиційної)

Значення рейтингу	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за традиційною шкалою
$P_{ст} \geq 0,90P$	“A”	“Відмінно”
$0,82P \leq P_{ст} < 0,90P$	“B”	“Добре”
$0,75P \leq P_{ст} < 0,82P$	“C”	
$0,66P \leq P_{ст} < 0,75P$	“D”	“Задовільно”
$0,60P \leq P_{ст} < 0,66P$	“E”	
$P_{ст} < 0,60P$	“FX”	
$P_{ст} < 0,50P$	“F”	“Незадовільно”

У таблиці позначено: P – максимальний рейтинговий бал шкали. Він може бути прийнятий за 100 або іншу кількість балів; $P_{ст}$ – кількість балів, яку набрав студент.

Для прикладу навчальної ситуації студентів із рівнями навченості від 82 балів до 89 відносять до одного класу еквівалентності “В”. Таким чином, при вимірюванні рівня навченості за шкалою квазіпорядку можна говорити про поліморфізм вимірювальної процедури. У даному контексті поліморфізм – це послідовне чи паралельне відображення однієї й тієї ж властивості кількома шкалами (в даному випадку рейтинговою, що є шкалою порядку, і шкалою квазіпорядку, що відносить рівень навченості до певної градації).

Оцінювання невизначеності вимірювання в шкалах порядку і квазіпорядку

Якість відображення властивості об'єкта за певною шкалою вимірювання характеризується невизначеністю вимірювання. Обчислення невизначеності вимірювання залежить від характеру шкали. У шкалах порядку нема одиниць вимірювань, тому результати вимірювань подаються в прийнятних для конкретної шкали символах (числах, балах тощо). Невизначеність вимірювання або границі абсолютної похибки визначаються за розмахом результатів вимірювання. У дискретних шкалах порядку невизначеність вимірювання може оцінюватися сукупністю кількох послідовних класів еквівалентності [14]. У дискретних шкалах найменувань (номінальних шкалах) має сенс оперування “невизначеністю ідентифікації”, тобто можливістю віднесення результату вимірювання до одного чи кількох класів еквівалентності шкали, що й використовується. У шкалах найменувань, упорядкованих за ступенем прояву якісних властивостей, можливе введення характеристик невизначеності як розмаху результатів вимірювань без виконання відношення пропорційності.

Таким чином, невизначеність за шкалою квазіпорядку може характеризуватися ймовірністю правильного віднесення в даний клас еквівалентності. При цьому за умов поліморфізму ймовірність правильного рішення буде залежати від параметрів шкали порядку. Розглянемо для прикладу навчальної ситуації кілька способів визначення характеристик невизначеності при використанні вирішувального правила (“зараховано”, “незараховано”; традиційна шкала;

шкала ECTS) як ймовірності правильного віднесення в певний клас еквівалентності. Як перша вимірювальна процедура використовується підсумкове тестування, за якого рівень навченості визначається як кількість правильних відповідей. При моделюванні задається певний гіпотетичний рівень навченості та n завдань тесту.

Для випадку моделювання вирішувального правила “зараховано”, “незараховано” використовується модель тестування як n незалежних випробувань, в кожному з яких деякий випадок A може мати місце з постійною ймовірністю r , де r – параметр моделі, тобто гіпотетичний рівень навченості. Тоді загальна кількість випробувань з виходом A є випадковою величиною μ , причому

$$P\{\mu = i | n, p\} = C_n^i p^i (1-p)^{n-i}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n.$$

Даний розподіл є біноміальним з параметрами n, p . Для $n > 15$ рекомендується при моделюванні використовувати формулу Пуассона

$$P\{\mu = i | n, p\} = \frac{(np)^k}{k!} e^{-np}, \quad (1)$$

де k – кількість неправильних відповідей, $k = \overline{0, n}$; n – довжина тесту; p – частина неправильних відповідей ($p = 1 - r$).

Для прикладу моделювання кількість запитань тесту становить $n = 25$, гіпотетичний рівень навченості – $p = 0, 1; 0, 2; 0, 3; 0, 4; 0, 5; 0, 6; 0, 7; 0, 8; 0, 9$; критеріальний бал вирішувального правила – 12,5 балів, тобто межа “зараховано” становить $M = 12,5$ балів.

Результати моделювання для різних p і r зображені графічно на рис. 3.

Ймовірність прийняття правильного рішення “зараховано” отримується як сума $P_{пр} =$

$$= \sum_{i=0}^{k_{kp}} P_i, \quad \text{де } P_{пр} - \text{ймовірність прийняття пра-}$$

вильного рішення; $k_{kp} = E(M)$ – якщо $p <$

$< \frac{M}{n}$; P_i – ймовірності за вибраною моделлю

для гіпотетичних рівнів навченості. Ймовірність прийняття правильного рішення “незара-

ховано” отримують як суму $P_{пр} = \sum_{k_{kp}}^n P_i$, якщо

$$p > \frac{M}{n}.$$

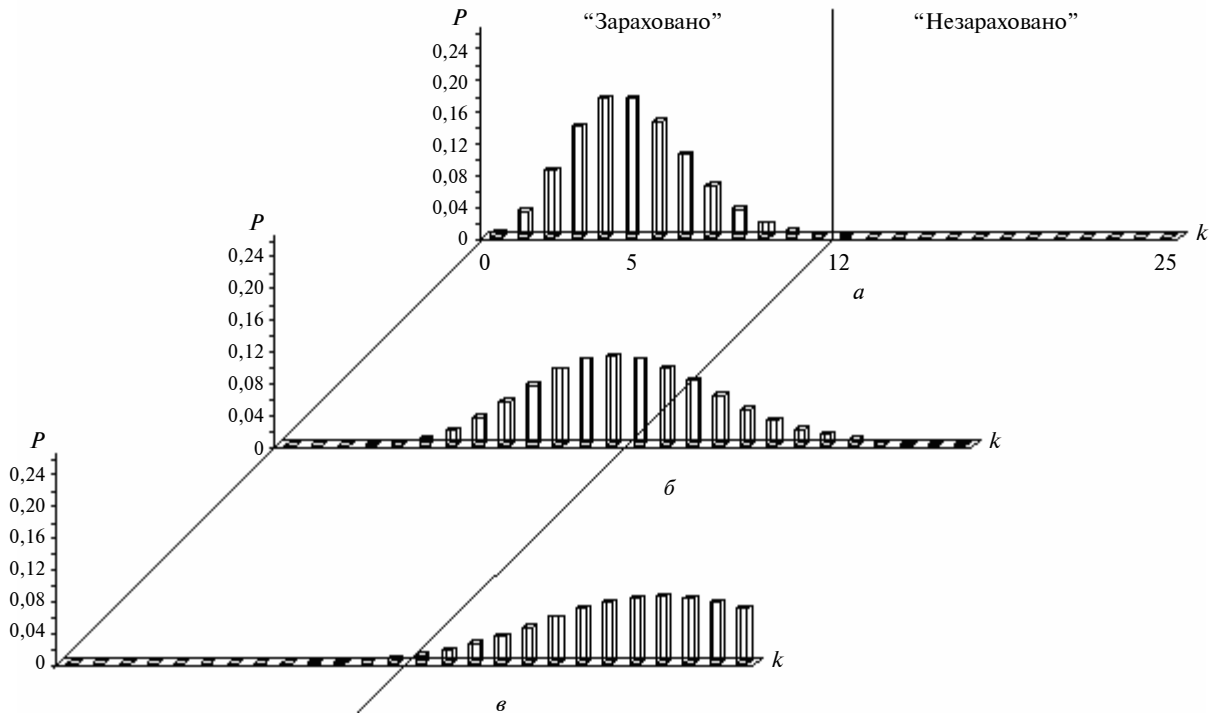


Рис. 3. Моделювання з використанням розподілу Пуассона: а – $p = 0,2, r = 0,8$; б – $p = 0,5, r = 0,5$; в – $p = 0,9, r = 0,1$

Для отримання ймовірностей прийняття правильного і неправильного рішення можна використати формулу [16]

$$P(\xi \leq k/\lambda) = \sum_{i=0}^k \frac{\lambda^i}{i!} e^{-\lambda} = P(2\lambda, 2k + 2),$$

де $P(x, n)$ – інтеграл ймовірностей χ^2 розподілу з n ступенями свободи.

Залежність прийняття правильного рішення від гіпотетичного рівня навченості при вибраному критеріальному балі для $n = 25$ і $n = 100$ наведено на рис. 4.

Треба зазначити, що ймовірність прийняття правильного рішення буде наближуватися до 0,5 в області критеріального бала незалежно від значення n (n – кількість тестових запитань і одночасно число градацій шкали порядку). Але крутизна характеристики $P_{\text{пр}} = f(P)$ буде більшою, якщо збільшувати число n , тобто характеристика невизначеності як розмах результатів вимірювання буде зменшуватися із збільшенням n .

При великих значеннях n використовувати біноміальний розподіл і розподіл Пуассона незручно, оскільки між

дискретними відліками утворюється дуже мала відстань. Для обчислення ймовірностей при великих значеннях n використовується наближена форма з нормальним розподіленням для неперервних випадкових величин

$$P(\xi \leq k/\lambda) \approx \Phi((k + 0,5 - \lambda)/\sqrt{\lambda}),$$

де k – критеріальний бал; $\lambda = np$.

Результати розрахунків для трьох моделей наведено в порівняльній табл. 2 для $n = 25$.

При збільшенні градацій шкали квазіпорядку до $n = 100$ збіжність значень ймовірностей прийняття правильного рішення до 1 буде

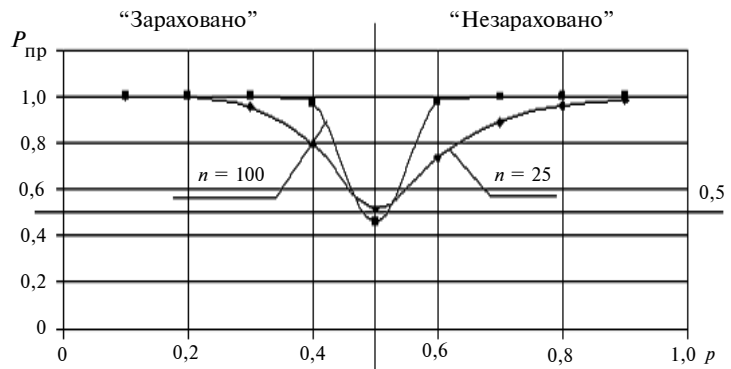


Рис. 4. Залежність ймовірності прийняття правильного рішення від критеріального бала

більшою, і можна користуватися більш простими для розрахунку моделями χ^2 і нормального розподілу.

Розглянемо особливості вирішувального правила з використанням традиційної шкали – “незадовільно”, “задовільно”, “добре”, “відмінно”. Для прикладу моделювання кількість запитань тесту становить $n = 25$, гіпотетичний рівень навченості – $p = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9$; критеріальний бал вирішувального правила: $k = 12,5$ – для “задовільно”, $k = 17,5$ – для “добре”, $k = 22,5$ – для “відмінно”. Для даної ситуації знову визначимо ймовірності прийняття рішень за формулою (1).

Розрахункові дані ймовірностей прийняття правильного рішення подано в табл. 3.

В таблиці позначено: $P_{\text{пр}}$ – ймовірність прийняття правильного рішення; $P_{\text{непр}}$ – ймовірність прийняття неправильного рішення.

З табл. 3 видно, що, наприклад, для рівня навченості $r = 0,4$ правильним рішенням є тільки віднесення оцінки до терму “незадовільно”, але в зв’язку з обмеженням n можливе прийняття неправильного рішення “задовільно” та “добре”. Розмитість оцінки можна продемонструвати з використанням нечіткої оцінки $\{0,79|$ “незадовільно”; $0,20|$ “задовільно”; $0,01|$ “добре”}.

Результати моделювання для кількості запитань тесту $n = 100$ з тими ж гіпотетичними рівнями та критеріальним балом вирішувального правила $k = 50$ – для “задовільно”, $k = 70$ – для “добре”, $k = 90$ – для “відмінно” наведено в табл. 4.

Розмитість оцінки для $n = 100$ та $r = 0,4$ – $\{0,97|$ “незадовільно”; $0,03|$ “задовільно”}.

Таким чином, невизначеність результату вимірювання за шкалою квазіпорядку залежить від кількості градацій попередньої шкали по-

Таблиця 2. Результати розрахунків ймовірностей для трьох моделей для $n = 25$

Гіпотетичний рівень p	Розв’язок за вирішувальним правилом	Ймовірність прийняття правильного рішення за моделлю Пуассона	Ймовірність прийняття правильного рішення за моделлю χ^2	Ймовірність прийняття правильного рішення за моделлю нормального розподілу
0,1	“Зараховано”	0,999998	0,999998	1
0,2	”	0,99798	0,997981	0,999602
0,3	”	0,95733	0,957334	0,966055
0,4	”	0,79156	0,791557	0,785402
0,5	”	0,51898	0,518975	0,5
0,6	“Незараховано”	0,732389	0,732389	0,740698
0,7	”	0,888351	0,888351	0,884001
0,8	”	0,96099	0,960988	0,953234
0,9	”	0,998822	0,998229	0,982493

Таблиця 3. Ймовірності прийняття рішень при переході до шкали квазіпорядку для $n = 25$

r	“Незадовільно”	“Задовільно”	“Добре”	“Відмінно”
0,1	$P_{\text{пр}} = 1$	–	–	–
0,2	$P_{\text{пр}} = 0,998$	$P_{\text{непр}} = 0,002$	–	–
0,3	$P_{\text{пр}} = 0,957$	$P_{\text{непр}} = 0,042$	$P_{\text{непр}} = 0,001$	–
0,4	$P_{\text{пр}} = 0,792$	$P_{\text{непр}} = 0,194$	$P_{\text{непр}} = 0,014$	–
0,5	$P_{\text{непр}} = 0,519$	$P_{\text{пр}} = 0,397$	$P_{\text{непр}} = 0,079$	$P_{\text{непр}} = 0,005$
0,6	$P_{\text{непр}} = 0,268$	$P_{\text{пр}} = 0,481$	$P_{\text{непр}} = 0,218$	$P_{\text{непр}} = 0,033$
0,7	$P_{\text{непр}} = 0,111$	$P_{\text{непр}} = 0,404$	$P_{\text{пр}} = 0,366$	$P_{\text{непр}} = 0,119$
0,8	$P_{\text{непр}} = 0,067$	$P_{\text{непр}} = 0,286$	$P_{\text{пр}} = 0,452$	$P_{\text{непр}} = 0,195$
0,9	$P_{\text{непр}} = 0,076$	$P_{\text{непр}} = 0,197$	$P_{\text{непр}} = 0,434$	$P_{\text{пр}} = 0,293$

Таблиця 4. Ймовірності прийняття рішень при переході до шкали квазіпорядку (традиційної) для $n = 100$

r	“Незадовільно”	“Задовільно”	“Добре”	“Відмінно”
0,1	$P_{\text{пр}} = 1$	–	–	–
0,2	$P_{\text{пр}} = 1$	–	–	–
0,3	$P_{\text{пр}} = 0,999$	$P_{\text{непр}} = 0,001$	–	–
0,4	$P_{\text{пр}} = 0,93$	$P_{\text{непр}} = 0,07$	–	–
0,5	$P_{\text{непр}} = 0,481$	$P_{\text{пр}} = 0,514$	$P_{\text{непр}} = 0,005$	–
0,6	$P_{\text{непр}} = 0,084$	$P_{\text{пр}} = 0,804$	$P_{\text{непр}} = 0,112$	–
0,7	$P_{\text{непр}} = 0,005$	$P_{\text{непр}} = 0,479$	$P_{\text{пр}} = 0,504$	$P_{\text{непр}} = 0,002$
0,8	–	$P_{\text{непр}} = 0,122$	$P_{\text{пр}} = 0,741$	$P_{\text{непр}} = 0,137$
0,9	–	$P_{\text{непр}} = 0,058$	$P_{\text{непр}} = 0,519$	$P_{\text{пр}} = 0,423$

Таблиця 5. Ймовірності прийняття рішень при переході до шкали квазіпорядку (ECTS) для $n = 100$

p	“F”	“FX”	“E”	“D”	“C”	“B”	“A”
0,1	$P_{\text{пр}} = 1$	–	–	–	–	–	–
0,2	$P_{\text{пр}} = 1$	–	–	–	–	–	–
0,3	$P_{\text{пр}} = 0,954$	$P_{\text{непр}} = 0,046$	–	–	–	–	–
0,4	$P_{\text{непр}} = 0,479$	$P_{\text{пр}} = 0,519$	$P_{\text{непр}} = 0,002$	–	–	–	–
0,5	$P_{\text{непр}} = 0,065$	$P_{\text{пр}} = 0,843$	$P_{\text{непр}} = 0,069$	$P_{\text{непр}} = 0,023$	–	–	–
0,6	$P_{\text{непр}} = 0,003$	$P_{\text{непр}} = 0,480$	$P_{\text{пр}} = 0,241$	$P_{\text{непр}} = 0,242$	$P_{\text{непр}} = 0,033$	$P_{\text{непр}} = 0,001$	–
0,7	–	$P_{\text{непр}} = 0,102$	$P_{\text{пр}} = 0,157$	$P_{\text{непр}} = 0,450$	$P_{\text{непр}} = 0,246$	$P_{\text{непр}} = 0,042$	$P_{\text{непр}} = 0,003$
0,8	–	$P_{\text{непр}} = 0,032$	$P_{\text{непр}} = 0,029$	$P_{\text{непр}} = 0,235$	$P_{\text{непр}} = 0,424$	$P_{\text{непр}} = 0,247$	$P_{\text{непр}} = 0,042$
0,9	–	–	$P_{\text{непр}} = 0,018$	$P_{\text{непр}} = 0,075$	$P_{\text{непр}} = 0,267$	$P_{\text{пр}} = 0,432$	$P_{\text{непр}} = 0,208$
0,98	–	–	–	–	–	$P_{\text{непр}} = 0,02$	$P_{\text{пр}} = 0,98$

рядку, і кількість градацій має бути ще більшою при збільшенні градацій шкали квазіпорядку.

Як приклад розглянемо шкалу ECTS – “F”, “FX”, “E”, “D”, “C”, “B”, “A”. Результати моделювання для кількості запитань тесту $n = 100$ з тими ж гіпотетичними рівнями та критеріальним балом вирішувального правила: $k = 40$ – для “FX”, $k = 50$ – для “E”, $k = 65$ – для “D”, $k = 75$ – для “C”, $k = 85$ – для “B”, $k = 95$ – для “A”.

Розрахункові дані ймовірностей прийняття правильного рішення наведено в табл. 5.

Тоді розмитість результату вимірювання для $p = 0,4$ становитиме $\{0,48 | \text{“F”}; 0,52 | \text{“FX”}\}$.

Таким чином, характеристики невизначеності за шкалою квазіпорядку можна отримати як ймовірність правильного і неправильного рішення. Якщо значення властивості знаходиться поблизу граничного значення для прийняття рішення, то ймовірність правильного рішення становить приблизно 0,5 незалежно від кількості градацій шкали порядку, що передують шкалі квазіпорядку. Але при відході значення величини від граничного крутість графіка ймовірності правильного рішення зростає із збільшенням градацій.

При значній кількості градацій шкали квазіпорядку невизначеність вимірювання можна подати за розмахом класів еквівалентності, що є нечіткою оцінкою. Така оцінка може широко використовуватися в системах дистанційного навчання з індивідуальною траєкторією, інтелектуальних та адаптивних системах дистанційного навчання.

Висновки

Проведений аналіз переходу від відображення властивостей складного об'єкта за рейтинговою шкалою, що є шкалою порядку, до відображення за шкалою квазіпорядку при поліморфізмі вимірювальної процедури показав, що кількість градацій шкали порядку впливає на невизначеність результату вимірювання за шкалою квазіпорядку.

Моделювання процедури отримання рейтингової оцінки і оцінки за шкалою квазіпорядку було проведено на прикладі тестування і оцінювання за традиційною шкалою і шкалою ECTS з використанням моделі біноміального розподілу, розподілу Пуассона, розподілу χ^2 і нормального розподілу. Порівняння результатів, отриманих за різними моделями, показало, що при кількості градацій шкали $n \leq 25$ доцільним є використання розподілу Пуассона і розподілу χ^2 , а при кількості градацій шкали $n > 25$ – нормального розподілу.

Оцінки невизначеності результату вимірювання за шкалою квазіпорядку отримано як ймовірності правильного віднесення до певного класу еквівалентності і за розмахом результатів вимірювання. Дана невизначеність подана ймовірністю прийняття правильного рішення, тоді при $r = 0,4$ – для 25 градацій шкали отримали – $\{0,79 | \text{“незадовільно”}; 0,20 | \text{“задовільно”}; 0,01 | \text{“добре”}\}$, а для 100 градацій відповідно – $\{0,97 | \text{“незадовільно”}; 0,03 | \text{“задовільно”}\}$. Розмах подано як нечітку оцінку, де функції належності отримано за ймовірностями правильного і неправильного рішення. Аналіз показав, що невизначеність вимірювання при переході від шкали порядку до шкали квазіпорядку можна зменшити, якщо збільшити кількість градацій шкали порядку та зменшити кількість градацій шкали квазіпорядку.

Подальші дослідження будуть направлені на розв'язання зворотної задачі – знаходження кількості градацій ординальної шкали за певною невизначеністю шкали квазіпорядку.

Отримані результати будуть використані в подальшому для визначення якості оцінювання знань у системах дистанційного навчання з індивідуальною траєкторією.

Слід зазначити, що проведений аналіз і його результати можуть бути застосовані в загальному випадку визначення стану складних об'єктів за шкалою квазіпорядку.

Н.А. Яремчук, Е.Н. Сикоза

АНАЛИЗ ПЕРЕХОДА ОТ РЕЙТИНГОВОЙ ШКАЛЫ К ШКАЛЕ КВАЗИПОРЯДКА ПРИ УСЛОВИИ ПОЛИМОРФИЗМА

Исследованы вопросы, связанные с процедурой измерения свойств сложного объекта по порядковой (ординальной) шкале и шкале квазіпорядка при условии полиморфизма. Рассмотрены варианты принятия решений с использованием решающего правила, проанализировано влияние количества градаций шкалы порядка на неопределенность результата измерения по шкале квазіпорядка. Получены оценки неопределенности результата измерения по шкале порядка как вероятности правильного отнесения в определенный класс эквивалентности и по размаху результатов измерения.

N.A. Yaremchuk, O.M. Sikoza

ANALYSIS OF TRANSITION FROM RATING SCALE TO QUASIORDER SCALE UNDER CONDITIONS OF POLYMORPHISM

Our study deals with the procedure of measuring the properties of complex object on the ordinal and quasiorder scales under conditions of polymorphism. We discuss some options of decision-making in light of the decisive rule and analyze the influence of gradations quantity of the ordinal scale on uncertainty of measurement results on the quasiorder scale. We receive the estimates of measurement results' uncertainty on the quasiorder scale as probabilities of proper assigning to the certain class of equivalence, as well as on the scope of measurement results.

1. *International vocabulary of metrology*. – Basic and general concepts and associated terms (VIM). – ICGM, 2008. – 88 р.
2. *Рожков Н.Н.* Система перезачета оценок успеваемости – инструмент поддержки академической мобильности // Управление качеством. – 2006. – С. 104–113.
3. *European Credit Transfer System*. ECTS User's Guide. – Luxemburg, 1995. – 302 р.
4. *Нейман Ю.М., Хлебников В.А.* Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. – М.: Прометей, 2000. – 168 с.
5. *Овчинников В.В.* Оценка учебных достижений учащихся при проведении централизованного тестирования. – М.: Век книги, 2001. – 27 с.
6. *Нейман Ю.М.* О шкалировании результатов централизованного тестирования в 2001 году // Вопр. тестирования в образовании. – 2001. – № 1. – С. 94–106.
7. *Блок П.* ECTS и отметки / Пер. с англ. Е.В. Шевченко // EAIE New letters. – 1995. – N 20. – Р. 7–9.
8. *Кромер В.В.* Единое шкалирование разнвариантных тестов // Тез. докл. Всероссийской науч.-метод. конф. “Развитие системы тестирования в России”. – М., 2002. – С. 239–240.
9. *Новиков Д.А., Новочадов В.В.* Статистические методы в медико-биологическом эксперименте (типовые случаи). – Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2005. – 84 с.
10. *Дубина И.Н.* Математические основы эмпирических социально-экономических исследований. – Барнаул: Изд-во Алтай. ун-та, 2006. – 263 с.
11. *Сигорский В.П.* Математический аппарат инженера. Изд. 2-е, стереотип. – К.: Техніка, 1977. – 768 с.
12. *РМГ 83-2007.* Шкалы измерений. Термины и определения. Введ. 01.08.2008. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 19 с.
13. *РМГ 43-2001.* Государственная система обеспечения единства измерений. Применение “Руководства по выражению неопределенности измерений”. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 17 с.
14. *Дойников А.С.* Неопределенность измерений по шкалам различных типов // Системи обробки інформації. – 2004. – Вип. 6(64). – С. 34–38.
15. *Яремчук Н., Сікоза О.* Дослідження способу побудови зв'язаного рейтингу // Наук.-техн. журнал “Техніка АПК”. – 2008. – № 11-12. – С. 26–29.
16. *Таблицы математической статистики / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов.* – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. л-ры, 1983. – 416 с.

Рекомендована Радою
факультету авіаційних і космічних
систем НТУУ “КПІ”

Надійшла до редакції
23 квітня 2009 року