

УДК 621.317.1

Т. Б. Гордієнко, д.т.н., **О. М. Величко**, д.т.н., **А. А. Габер**, к.т.н.

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ РАША ДЛЯ АНАЛІЗУ ШКАЛИ ОЦІНЮВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЕКСПЕРТІВ У СФЕРІ ОСВІТИ

У статті представлені результати дослідження шкали для оцінювання компетентності експертів у сфері вищої освіти за допомогою моделі Раша. Первинні дані про експертів оброблено із застосуванням спеціального програмного забезпечення. Наведені результати перетворення вхідних первинних даних за критеріями та за експертами у вимірювання Раша. Аналіз отриманих результатів з оцінювання показав, що обрана шкала критеріїв для оцінювання експертів відповідає встановленим вимогам до моделі Раша. Проаналізовано результати оцінювання компетентності експертів у сфері освіти із застосуванням моделі Раша. Порівняння отриманих результатів оцінювання експертів з результатами їх оцінювання іншими методами показали їх високу кореляцію.

Ключові слова: компетентність експертів, шкала оцінювання, модель Раша, характеристична крива, програмний засіб, вища освіта.

Т. Б. Гордиенко, д.т.н., **О. Н. Величко**, д.т.н., **А. А. Габер**, к.т.н.

Одесская государственная академия технического регулирования и качества, г. Одесса

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ РАША ДЛЯ АНАЛИЗА ШКАЛЫ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКСПЕРТОВ В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье представлены результаты исследования шкалы для оценки компетентности экспертов в сфере высшего образования с помощью модели Раша. Первичные данные об экспертах обработаны с применением специального программного обеспечения. Приведены результаты преобразования входных первичных данных по критериям и по экспертам в измерения Раша. Анализ полученных результатов оценки показал, что выбранная шкала критериев для оценки экспертов соответствует установленным требованиям для модели Раша. Проанализированы результаты оценивания компетентности экспертов в сфере образования с применением модели Раша. Сравнение полученных результатов оценки экспертов с результатами их оценки другими методами показали их высокую корреляцию.

Ключевые слова: компетентность экспертов, шкала оценивания, модель Раша, характеристическая кривая, программное средство, высшее образование

T. B. Gordiyenko, DSc, **O. M. Velychko**, DSc, **A. A. Gaber**, PhD

Odesa State Academy of Technical Regulation and Quality, Odesa

APPLICATION OF RASCH MODEL FOR ANALYSIS OF THE SCALE OF COMPETENCE ASSESSMENT OF EXPERTS IN THE FIELD OF HIGHER EDUCATION

The results of the study of the scale for assessing the competence of experts in higher education using the Rusch model are presented in the article. Initial expert data was processed with using special software. This model uses special diagnostic features and special graphical features. One statistic focuses on the overall performance of the item or person, and the other covers rare events and unexpected events. The scale of the consistent response of each person to each element (Rusch scale) has the properties of interval scale.

The results of the transformation of input raw data by criteria and experts into Rusch measurements are presented. The analysis of the evaluation results showed that the selected scale of criteria for the evaluation of experts meets the established requirements for the Rusch model. Analyzing the input data for this model allows you to verify that the added results in the data are justified by what is called a data-matching test. The values obtained for the criteria used and the evaluated experts are within the established limits.

The results of the assessment of the competence of education experts using the Rusch model are ana-

lyzed. Comparison of the results of the experts' evaluation with the results of their evaluation by other methods showed their high correlation. The application of the evaluation method considered and other known method sources has yielded almost the same results. Most experts were ranked almost equally. All the least competent experts are also identified when using the Rush model.

The results showed that the Rush model could be used to analyze the scale of competence assessment of experts in higher education. The analysis of the results showed that the selected scale of criteria for the evaluation of experts meets the established requirements for the Rush model.

The measurement data obtained by the Rush model allowed us to calculate the established statistics for both the criteria and the experts evaluated.

Keywords: expert competence, assessment scale, Rasch model, characteristic curve, software tool, higher education.

DOI 10.32684/2412-5288-2019-2-15-14-21

Вступ

У сучасних умовах питання забезпечення якості вищої освіти стає все більш актуальним для компетентності персоналу на ринку праці. Україна інтегрується у європейську систему вищої освіти, яка має відповідати сучасним вимогам та європейським стандартам забезпечення якості вищої освіти. Особливо ретельному відбору підлягають фахівці експертного рівня. На сьогодні практично відсутні методи та кількісні критерії оцінювання компетентності експертів у сфері вищої освіти, що обумовлює актуальність дослідження.

Для створення нових або перегляду наявних шкал у різних сферах діяльності все частіше застосовують математичну модель Раша. Особливістю цієї моделі є трансформація отриманих вхідних даних в інтервальну шкалу натуральних логарифмів. При цьому до процесу логарифмічного перетворення вхідні дані у моделі Раша взагалі не розглядаються [1].

За допомогою моделі Раша можна отримати придатні результати шляхом застосування декількох статистик щодо адекватності отриманих даних, певної діагностичної інформації [2–4]. Ця модель представляє параметри тестування на єдиній загальній лінійній шкалі, що дозволяє здійснювати спеціальну інтерпретацію вхідних даних.

Актуальним і доцільним є проведення дослідження щодо придатності моделі Раша для оцінювання компетентності фахівців у сфері вищої освіти та порівняння отриманих результатів з результатами, отриманими іншими методами.

Аналіз публікацій та досліджень

Наукові публікації щодо моделі Раша охоплюють доволі велику кількість сфер діяльності [2–10]. Математичну сторону і саму теорію Г. Раша успішно розвинув Д. Андріч [2, 3]. Суть моделі полягає в тому, що якщо дані відповідають моделі Раша, то в результаті вони представляються на інтервальній шкалі, яка стійка до

втрати деяких первинних даних. Тобто, модель є методом об'єктивного масштабування даних.

У [10] модель Раша визначено як порівняння результатів досліджуваних на шкалі натуральних логарифмів. У [11–13] представлені результати аналізу компетентності експертів у сфері технічного регулювання та метрології із застосуванням моделі Раша.

Для проведення необхідних розрахунків за моделлю Раша з подальшим оцінюванням придатності даних для використаної моделі, розроблено відповідний програмний засіб (ПЗ) WINSTEPS 4.4.0 [14], який постійно удосконалюється.

Постановка завдання

Метою дослідження є проведення аналізу відомих шкал для оцінювання компетентності експертів у сфері вищої освіти із застосуванням моделі Раша. Результатом аналізу мають стати висновки щодо їх придатності для оцінювання та сама оцінка із застосуванням моделі Раша. Отримані результати оцінювання експертів доцільно порівняти з результатами їх оцінювання іншими відомими методами.

Методи дослідження

Моделю Раша розглядається як критерій оцінювання структури відповідей (шкали), а не лише статистичного оброблення отриманих даних. Порівняння двох персон у цій моделі не залежить від того, які елементи можуть використовуватися, і що оцінюють ту саму змінну. Вона може застосуватися для оцінювання в широкому колі сфер діяльності.

Моделю Раша належить до моделей теорії реагування на предмети (IRT) і знайшла широке застосування для створення нових або для перегляду існуючих шкал у різних сферах діяльності. Особливістю цієї моделі є трансформація отриманих вхідних даних в інтервальну шкалу натуральних логарифмів. При цьому до процесу логарифмічного перетворення вхідні дані у цій моделі взагалі не розглядаються.

Аналіз вхідних даних за цією моделлю доз-

воляє перевірити те, чи додані результати в даних виправдано, що називається тестом відповідності між даними та моделлю. Зрозуміло, що отримані дані ніколи не будуть відповідати ідеальній моделі, тому важливо враховувати придатність даних для моделі стосовно застосованих загальних балів. Такий аналіз лінеаризує загальну оцінку, яка обмежена рівнем від 0 до максимальної оцінки для певних елементів дослідження, якщо дані адекватно відповідають цілям моделі.

Шкала послідовної відповіді кожної персони на кожний елемент (шкала Раша) має властивості інтервального масштабу: певні цифри показують, наскільки більше присутній атрибут елементу. Лінійні шкали Раша спочатку виражаються в одиницях в межах 1, але можуть бути перерозподілені відповідно до звичайного масштабування, як від 0 до 100, зберігаючи при цьому сукупну адитивність.

За допомогою моделі Раша на кожному рівні також оцінюється стандартна похибка вимірювання. Ця похибка завжди більша на верхніх і нижніх межах шкали, оскільки ця модель не обмежена у своїх межах, але вимірює від середини діапазону значень і передбачає нескінченність в обох напрямках. Вимірювання завжди краще, коли середні значення елементів лежать ближче до середніх значень шкали.

Характеристична крива елемента (ICC) або функція відповіді елемента (IRF) є співвідношенням між ймовірністю успіху до елемента та прихованою рисою. Вона приймає S-форму і показує зв'язок між загальною оцінкою та оцінкою місця розташування персони. Графік ймовірності певного елемента як функції місцезнаходження певної персони має назву кривої ймовірності елемента (CPC) [15–18].

Для моделі Раша ключовим елементом є логіт (logit) – функція, яка є зворотною для сигмоїдної «логістичної» функції, що використовується в математиці [10, 18, 19]. Під вимірюванням у моделі Раша розуміється місце розташування у логітах за прихованою змінною.

Найбільш широко використовуваними діагностичними характеристиками моделі Раша є статистики Infit і Outfit. Ці статистики використовують нормалізовані невиважені середні квадрати, тобто є симетричними центрованими до нуля [12].

Статистика Infit більш чутлива статистика відповідності, яка фокусується на загальній продуктивності елемента або персони. Вона статистично зважена за даними, тобто за значенням

стандартизованого середньо квадратичного відхилення спостереження від очікуваного. Статистика Outfit чутлива до статистики, яка охоплює рідкісні події та які відбулися несподіваним чином. Вона є середнім значенням квадратів стандартизованих відхилень спостереження продуктивності від очікуваної продуктивності.

Результати аналізу шкали для оцінювання компетентності експертів

У працях [20–22] описані методики оцінювання компетентності експертів у сфері вищої освіти різними методами. Для всіх цих методик використані однакові критерії оцінювання компетентності експертів, які встановлюють певну шкалу.

Для реалізації описаних методів оцінювання компетентності експертів у сфері вищої освіти застосовані наступні критерії: K1 – освіта; K2 – загальний стаж роботи; K3 – науковий стаж роботи; K4 – науково-педагогічний стаж роботи; K5 – науковий ступінь, вчене звання; K6 – займана посада K7 – досвід експертної роботи у сфері вищої освіти. За кожним із критеріїв були визначені відповідні бальні оцінки.

Оцінювання компетентності експертів у сфері вищої освіти проведено за результатами анкетування на основі вищезгаданих критеріїв. До оцінювання було залучено 25 фахівців у сфері вищої освіти з двох закладів вищої освіти України.

Отримані первинні дані про зазначених експертів оброблено із застосуванням моделі Раша і ПЗ WINSTEPS 4.4.0 [14]. Результати перетворення вхідних первинних даних за критеріями та за експертами у вимірювання Раша наведені відповідно у табл. 1 і 2. У цих таблицях результати вимірювання за критеріями та за експертами подані у логітах у порядку їх зменшення. Похибка вимірювання подається на основі моделі Раша, тобто це оціночне значення, яке при додаванні та відніманні з вимірювання у логітах дає мінімальну відстань до того, як різниця стане значущою.

У стовпчиках статистик Infit і Outfit подано параметри, які характеризують відповідність даних моделі Раша:

MNSQ (mean-square statistic) – значення, що характеризують рівень випадковості результатів або невідповідність даних моделі вимірювання;

ZSTD – стандартизовані значення MNSQ, тобто ймовірність середньоквадратичної статистики, вираженої як z-статистика (середньоквадратичне відхилення).

Таблиця 1 – Результати перетворення даних за критеріями

Критерій	Загальний бал	Вимірювання	Похибка вимірювання	Статистика Infit		Статистика Outfit	
				MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
K7	92	0,63	0,15	1,41	1,33	1,37	1,21
K6	103	0,38	0,15	0,55	-1,86	0,52	-1,93
K4	115	0,14	0,14	1,32	1,17	1,37	1,29
K5	118	0,08	0,14	1,13	0,57	1,06	0,31
K3	120	0,04	0,14	0,73	-1,01	0,69	-1,15
K2	139	-0,34	0,14	0,84	-0,50	0,73	-0,96
K1	165	-0,91	0,15	1,23	0,81	1,34	1,13
Середнє значення	121,7	0,00	0,15	1,03	0,1	1,01	0,0
Стандартне відхилення	22,3	0,47	0,01	0,3	1,1	0,34	1,2

Таблиця 2 – Результати перетворення даних за експертами

Експерт	Загальний бал	Вимірювання	Похибка вимірювання	Статистика Infit		Статистика Outfit	
				MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
03	56	1,82	0,39	1,55	0,99	1,96	1,45
09	53	1,43	0,34	1,70	1,17	1,45	0,87
01	50	1,12	0,30	2,16	1,70	2,02	1,58
06	49	1,03	0,30	2,74	2,29	2,66	2,25
07	45	0,71	0,27	0,78	-0,27	0,73	-0,38
04	39	0,31	0,25	1,30	0,72	1,19	0,54
08	38	0,25	0,25	0,36	-1,64	0,36	-1,59
20	38	0,25	0,25	0,44	-1,33	0,44	-1,30
05	37	0,19	0,25	2,28	2,13	2,28	2,11
17	37	0,19	0,25	0,34	-1,74	0,33	-1,75
11	36	0,13	0,25	3,00	2,93	3,00	2,88
19	36	0,13	0,25	0,24	-2,23	0,23	-2,24
22	36	0,13	0,25	0,24	-2,23	0,23	-2,24
02	35	0,07	0,25	0,79	-0,31	0,93	0,02
25	31	-0,18	0,25	0,57	-0,86	0,51	-1,03
18	30	-0,25	0,26	0,43	-1,32	0,42	-1,30
16	29	-0,32	0,26	1,26	0,65	1,29	0,69
23	29	-0,32	0,26	0,89	-0,06	0,80	-0,25
12	28	-0,38	0,26	0,66	-0,59	0,57	-0,80
21	26	-0,52	0,27	0,49	-1,02	0,55	-0,84
10	22	-0,84	0,30	0,49	-0,94	0,61	-0,58
24	20	-1,03	0,32	0,87	-0,03	0,74	-0,28
14	18	-1,25	0,34	1,27	0,61	0,83	-0,08
15	18	-1,25	0,34	1,27	0,61	0,83	-0,08
13	16	-1,50	0,38	0,47	-0,78	0,36	-1,13
Середнє значення	34,1	0,00	0,28	1,06	-0,10	1,01	-0,10
Стандартне відхилення	10,7	0,81	0,04	0,77	1,40	0,77	1,40

MNSQ також називається відносним χ^2 -квадратом чи нормованим χ^2 -квадратом. Середньозважена статистика відповідності – це χ^2 -квадратна статистика, поділена на її ступені свободи. Для ймовірності $p \leq 0,05$ (двосторонній розподіл), $ZSTD > |1,96|$.

Найбільш якісними і відповідними вважаються значення MNSQ у межах від 0,5 до 1,5. Значення нижче 1,0 показують, що дані або занадто передбачувані, або надмірно передбачувані, або переоцінені дані моделі. Значення вище 1,0

вказують на занадто непередбачувані дані або недооцінені дані моделі. Значення більші за 1,5 вказують на невизначеність та надмірне непередбачуваність даних («шум») у вхідних даних, а значення менші за 0,5 свідчать про певну «інформаційну перевантаженість» елемента.

Прийнятними є значення MNSQ від -2,0 до +2,0. Значення MNSQ за модулем більші 2,0 розглядаються як такі, що не відповідають моделі вимірювання і не можуть бути використані при аналізі результатів. Аналіз починають із пи-

тань з високим значенням MNSQ.

Отримані значення MNSQ для використаних критеріїв для статистики Infit знаходяться у межах від 0,55 до 1,41, а для статистики Outfit від 0,52 до 1,37. Це свідчить про те, що всі ці значення є прийнятними для аналізу за моделлю Раша і немає наявності «шуму» у вхідних даних.

Отримані значення MNSQ для експертів для статистики Infit знаходяться у межах від 0,24 до 2,00, окрім значень: 2,16 – для експерта 01; 2,28 – для експерта 05; 2,74 – для експерта 06; 3,00 – для експерта 11. Отримані значення MNSQ для експертів для статистики Outfit знаходяться у межах від 0,23 до 2,00, окрім значень для тих же експертів: 2,02 – для експерта 01; 2,28 – для експерта 05; 2,66 – для експерта 06; 3,00 – для експерта 11. Це свідчить про те, що всі значення є прийнятними для аналізу за моделлю Раша, окрім даних для експертів 01, 05, 06 і 11. Зважаючи на зазначене, доцільно дані цих експертів вилучити з подальшого аналізу для уточнення критеріїв.

Порівняння отриманого ранжування

експертів з отриманим іншими методами оцінювання експертів [20] показало, що 13-ть експертів з 25 (52 %) отримали таке ж саме місце у ранжуванні, 9-ть – з різницею лише у одну позицію (36 %), а лише 2-а – з різницею у три позиції (8 %) і один – з різницею у шість позицій (4 %). Це свідчить про велику кореляцію отриманих різними методами результатів.

Слід зауважити, що застосування розглянутого метода оцінювання та інших методів [20] показало повністю такі ж самі результати стосовно найменш компетентних 11-ти експертів (13, 14, 15, 24, 10, 21, 12, 16, 23, 18 і 25). Це ілюструє рис. 1, на якому побудований графік функції диференційованих персон (DPF), що визначає частину мітки критерію, яка повинна використовуватись для класифікації елементів (критеріїв). Ця функція, побудована із застосуванням ПЗ MINISTEP 4.4.0 [14], встановлює рівномірність чи нерівномірність за правилами вибору стовпців для всіх оцінених експертів за всіма критеріями. Найменш компетентні експерти мають мінусові значення за результатами вимірювання за моделлю Раша.

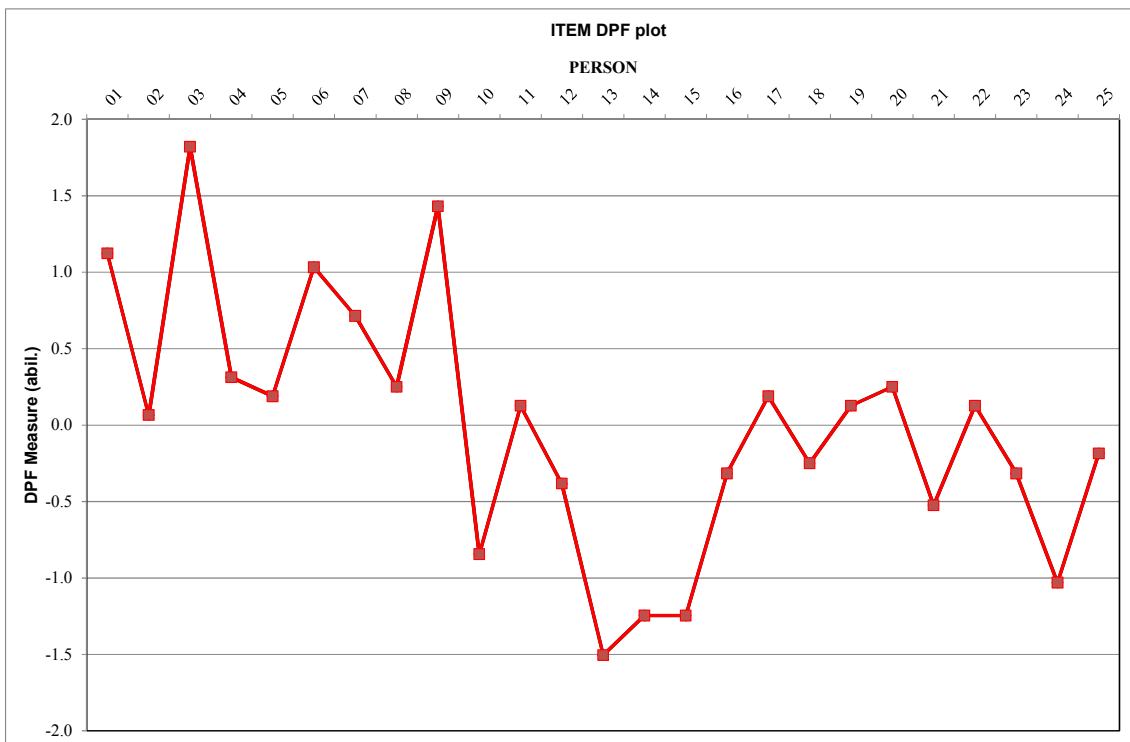


Рисунок 1 – Функція диференційованих персон за моделлю Раша для всіх експертів

На рис. 2 наведені результати оцінювання всіх експертів за моделлю Раша з використанням всіх критеріїв.

Тестова інформаційна функція (рис. 3) має чіткий максимум навколо нуля результатів вимірювань за моделлю Раша, що свідчить про придатність застосованих критеріїв для

оцінювання експертів у сфері освіти.

На рис. 4 представлені результати оцінювання кожного із семи критеріїв для експертів за моделлю Раша. Їхній розподіл концентрується близько значення 0 в межах ± 3 логітів, що демонструє їх непогану узгодженість.

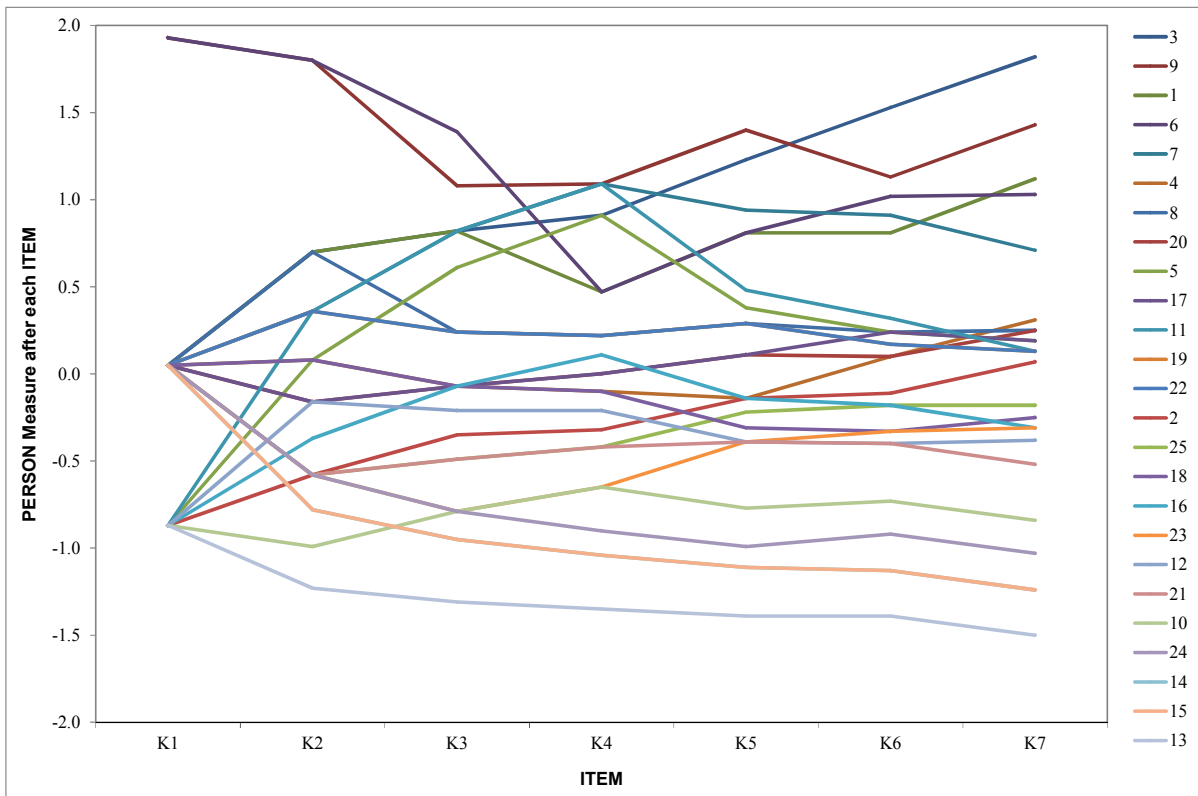


Рисунок 2 – Результати оцінювання експертів за моделлю Раша

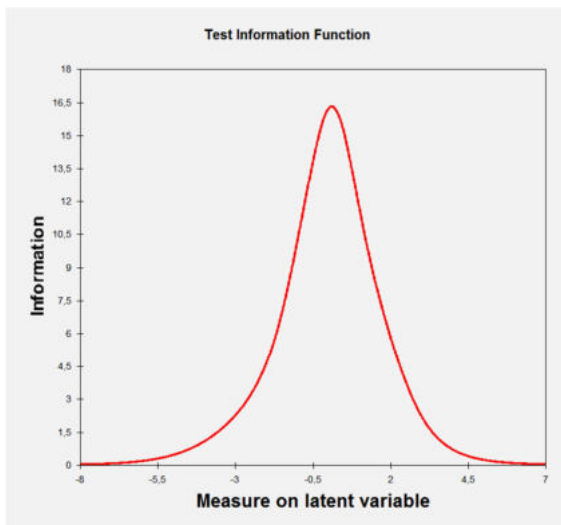


Рисунок 3 – Тестова інформаційна функція для критеріїв оцінювання

Тестова характеристична крива оцінювання експертів наведена на рис. 5. Вона зосереджена в області середньої та меншої за середню складності (інтервал від -3 до +3 логітів) при максимально допустимому діапазоні від -5 до +5 логітів, що свідчить про гарну узгодженість встановлених для оцінювання експертів критеріїв.

На рис. 6 представлена гістограма тестових результатів для експертів і критеріїв оцінки експертів. Головні піки як для експертів, так і

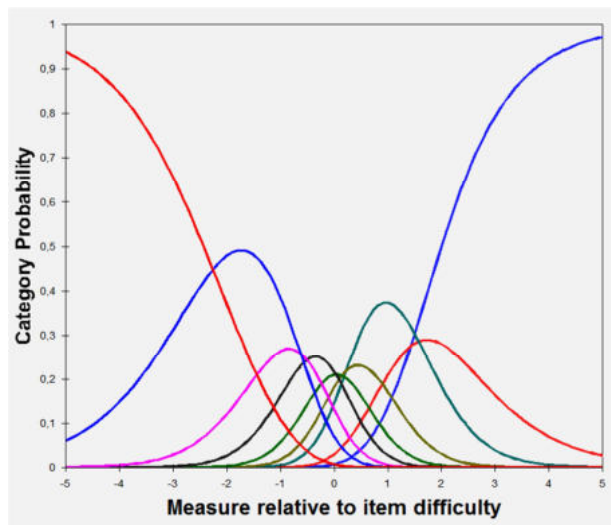


Рисунок 4 – Результати оцінювання критеріїв

для критеріїв сконцентровані біля значення 0, що є придатним для моделі Раша.

Висновки

Отримані результати показали можливість застосування моделі Раша для аналізу шкали оцінювання компетентності експертів у сфері вищої освіти. Аналіз отриманих результатів показав, що обрана шкала критеріїв для оцінювання експертів відповідає встановленим вимогам до моделі Раша. Тестова інформаційна функція для критеріїв оцінювання та характеристична

крива оцінювання експертів придатні для моделі Раша.

Отримані дані вимірювань за моделлю Раша дозволили розрахувати встановлені статистики як для критеріїв, так і для оцінених експертів. Порівняння отриманих результатів оцінювання експертів з результатами їх оцінювання іншими методами показали їх високу кореляцію.

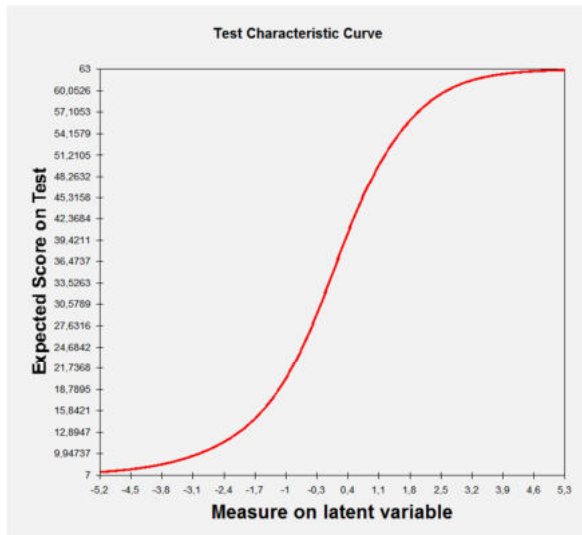


Рисунок 5 – Тестова характеристична крива оцінювання експертів

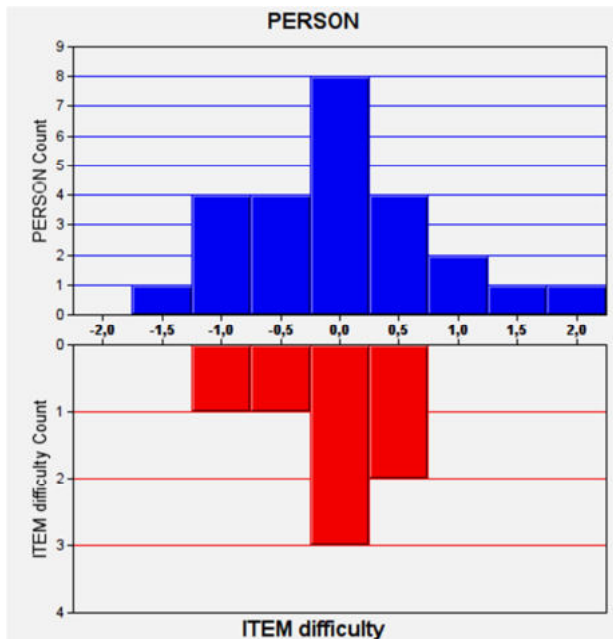


Рисунок 6 – Тестові результати для експертів і критеріїв оцінки експертів

Список використаних джерел

1. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. Copenhagen: Danish Institution for Educational Research, 1960.

2. Andrich D. Rasch models for measurement. Beverly Hills: Sage Publications, 1988.

3. Andrich D. Sufficiency and conditional estimation of person parameters in the polytomous Rasch model. *Psychometrika*. – 2010. – 75(2). – P. 292–308.

4. Linacre J. M. Rasch dichotomous model vs. One-parameter Logistic Model. *Rasch Measurement Transactions*. – 2005, 19:3, 1032.

5. Masters G. N., Keeves J. P. (Eds.). *Advances in measurement in educational research and assessment*. – New York: Pergamon, 1999.

6. Bond T. G., Fox C. M. *Applying the Rasch model: fundamental measurement in the human sciences*, 2nd edn. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

7. Hagquist C., Bruce M., Gustavsson J. P. Using the Rasch model in nursing research: an introduction and illustrative example. *Int. J. Nurs. Stud.* – 2009, 3. – P. 380–393.

8. Ehlan A. H., Kucukdeveci A. A., Tennant A. The Rasch Measurement Model. In: Franco Franchignoni (Ed). *Research Issues in Physical & Rehabilitation Medicine*. Pavia: Maugeri Foundation. – 2010. – P. 89–102.

9. Wright B. D., Linacre J. M. A measurement is the quantification of a specifically defined comparison. *Rasch Measurement Transactions*. – 1987, 1:1. – P. 4–5.

10. Деменченко О. Г. Математические основы Rasch Measurement // Педагогические измерения – 2010. – № 1. – С. 3–21.

11. Velychko O., Gordiyenko T. A comparative analysis of the assessment results of the competence of technical experts by methods of analytic hierarchy process and with using the Rasch model // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Control processes*. – 2018. – № 3/3(93). – P. 14–21.

12. Величко О. М., Гордієнко Т. Б. Аналіз шкали для оцінювання компетентності експертів з метрології із застосуванням моделі Раша. *Метрологія і прилади*. – 2018. – № 1. – С. 63–68.

13. Величко О. М., Гордієнко Т. Б. Застосування моделі Раша для аналізу шкали оцінювання компетентності технічних експертів // *Збірник наукових праць Одеської державної академії технічного регулювання та якості*. – 2017. – Вип. 2(11). – С. 24–30.

14. A User's Guide to WINSTEPS@MINISTEP Rasch-Model Computer Programs. Program Manual 4.0.0 by John M. Linacre, 2017.

15. Evaluation scales in rehabilitation – <http://www.rehab-scales.org>.

16. Rasch Model / Rasch Analysis: Definition,

- Examples. Statistics How To – <http://www.statisticshowto.com/rasch-model>.
17. Institute for Objective Measurement, Inc. – <http://www.rasch.org/rmt/rmt101k.htm>.
18. Величко О. М., Гордієнко Т. Б., Коломієць Л. В. Основи теорії тестових завдань IRT. Підручник. – Одеса: Бондаренко М. О., 2019. – 120 с.
19. Cramer, J. S. Logit Models from Economics and Other Fields, Cambridge University Press. – 2003. – P. 13.
20. Velychko O., Gordiyenko T., Gaber A. Comparative assessment of the competence of experts by different methods // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Control processes. – 2018. – № 5/3 (95). – P. 25–32.
21. Величко О. М., Гордієнко Т. Б., Коломієць Л. В., Шевцов А. Г., Габер А. А. Застосування програмних засобів для оцінки компетентності експертів у сфері вищої освіти. Вісник Інженерної академії України, Випуск 1, Київ 2015. – С. 275–280.
22. Величко О. М., Коломієць Л. В., Гордієнко Т. Б., Шевцов А. Г., Карпенко С. Р., Габер А. А. Групове експертне оцінювання та компетентність експертів / За загал. ред. д-ра техн. наук О. М. Величка – Одеса: БМВ, 2015. – 285 с.
- P. 89–102.
9. Wright B. D., Linacre J. M. A measurement is the quantification of a specifically defined comparison. Rasch model derived from objectivity. Rasch Measurement Transactions. – 1987, 1:1. – P. 4–5.
10. Demenchyonok O. G. Matematicheskie osnovy Rasch Measurement // Pedagogicheskie izme-reniyayu – 2010. – № 1. – S. 3–21.
11. Velychko O., Gordiyenko T. A comparative analysis of the assessment results of the competence of technical experts by methods of analytic hierarchy process and with using the Rasch model // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Control processes. – 2018. – № 3/3(93). – P. 14–21.
12. Velychko O. M., Hordiienko T. B. Analiz shkaly dlia otsiniuvannia kompetentnosti ekspertiv z metrolohii iz zastosuvanniam modeli Rasha. Metrolohiia i pryklady. – 2018. – # 1. – S. 63–68.
13. A User's Guide to WINSTEPS@MINISTEP Rasch-Model Computer Programs. Program Manual 4.0.0 by John M. Linacre, 2017.
14. Evaluation scales in rehabilitation – <http://www.rehab-scales.org>.
15. Rasch Model / Rasch Analysis: Definition, Examples. Statistics How To – <http://www.statisticshowto.com/rasch-model>.
16. Institute for Objective Measurement, Inc. – <http://www.rasch.org/rmt/rmt101k.htm>.
17. Institute for Objective Measurement, Inc. – <http://www.rasch.org/rmt/rmt101k.htm>.
18. Velychko O. M., Hordiienko T. B., Kolomiiets L. V. Osnovy teorii testovykh zavdan IRT. Pidruchnyk. – Odesa: Bondarenko M. O., 2019. – 120 s.
19. Cramer, J. S. Logit Models from Economics and Other Fields, Cambridge University Press. – 2003. – P. 13.
20. Velychko O., Gordiyenko T., Gaber A. Comparative assessment of the competence of experts by different methods // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Control processes. – 2018. – № 5/3 (95). – P. 25–32.
21. Velychko O. M., Hordiienko T. B., Kolomiiets L. V., Shevtsov A. H., Haber A. A. Zastosuvannia prohramnykh zasobiv dlia otsinky kompetentnosti ekspertiv u sferi vyshchoi osvity. Visnyk Inzhenernoi akademii Ukrainy, Vypusk 1, Kyiv 2015. – S. 275–280.
22. Velychko O. M., Kolomiiets L. V., Hordiienko T. B., Shevtsov A. H., Karpenko S. R., Haber A. A. Hrupove ekspertne otsiniuvannia ta kompetentnist ekspertiv / Za zahal. red. d-ra tekhn. nauk O. M. Velychka – Odesa: VMV, 2015. – 285 s.

References

1. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. Copenhagen: Danish Institution for Educational Research, 1960.
2. Andrich D. Rasch models for measurement. Beverly Hills: Sage Publications, 1988.
3. Andrich D. Sufficiency and conditional estimation of person parameters in the polytomous Rasch model. Psychometrika. – 2010. – 75(2). – P. 292–308.
4. Linacre J. M. Rasch dichotomous model vs. One-parameter Logistic Model. Rasch Measurement Transactions. – 2005, 19:3, 1032.
5. Masters G. N., Keeves J. P. (Eds.). Advances in measurement in educational research and assessment. – New York: Pergamon, 1999.
6. Bond T. G., Fox C. M. Applying the Rasch model: fundamental measurement in the human sciences, 2nd edn. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.
7. Hagquist C., Bruce M., Gustavsson J. P. Using the Rasch model in nursing research: an introduction and illustrative example. Int. J. Nurs. Stud. – 2009, 3. – P. 380–393.
8. Ehlan A. H., Kucukdeveci A. A., Tennant A. The Rasch Measurement Model. In: Franco Franchignoni (Ed). Research Issues in Physical & Rehabilitation Medicine. Pavia: Maugeri Foundation. – 2010.

Надійшла до редакції 11.11.2019