

ПСИХОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІНТЕГРАЛЬНОГО ІНДЕКСУ ЗАГАЛЬНИХ УМІНЬ ТА НАВИЧОК

У статті розглянуто процедуру конструювання інтегрального індексу загальних вмінь і навичок та визначення його валідності й надійності на даних опитування, проведеного Київським міжнародним інститутом соціології у 2007 році на замовлення Світового банку, за темою «Перехід від освіти до роботи». Як основний метод побудови індексу використано категоріальний метод головних компонент.

Ключові слова: базові вміння, інтегральний показник, квантифікація, оптимальне шкалювання, валідність, надійність.

Останніми десятиліттями соціальні дослідники все частіше звертають увагу на поняття людського капіталу як важливого чинника економічного розвитку. Одним із багатообіцяючих напрямів досліджень у галузі вивчення людського капіталу є вимірювання базових умінь та компетенцій населення, які є необхідними для ефектної адаптації до сучасного ринку праці. Рівень освіти – формальний показник обсягу здобутих знань та вмінь, який лише опосередковано пов'язаний з їхньою якістю. За браком досвіду роботи роботодавець змушений орієнтуватися перш за все на здобутий претендентом диплом, але все частіше компанії для відбору використовують спеціальні тести, які вимірюють рівень спеціальних і загальних вмінь та навичок (оперувати інформацією, числами, робити висновки тощо). Прикладами таких масштабних досліджень є проєкт DeSeCo (Definition and Selection of Competencies) Організації економічної співпраці і розвитку (OECD) та Програма міжнародної оцінки компетенцій дорослих (Programme for the International Assessment of Adult Competencies, PIAAC). Одним із нерозв'язаних завдань у рамках таких проєктів залишається створення інтегральних показників базових компетенцій та вмінь, які б надавали змогу характеризувати стан справ в тій чи тій країні за допомогою єдиного індексу. Оскільки найчастіше дані про компетенції отримують на основі самозвіту респондентів, важливим завданням стає визначення психометричних характеристик інтегральних показників – надійності та валідності.

Метою цього дослідження є побудова інтегрального індексу базових умінь і перевірка його вимірювальних властивостей на основі даних репрезентативного опитування, проведеного Київським міжнародним інститутом соціології у

2007 році на замовлення Світового банку, за темою «Перехід від освіти до роботи». Дослідження проводилися за методологією та опитувальниками порівняльного міжнародного дослідження зв'язку між здобутою освітою та зайнятістю на ранніх стадіях трудової кар'єри – A Comparative Analysis of Transitions from Education to Work in Europe (CATEWE) [3]. Вибірка дослідження представляє молодих чоловіків і жінок України віком від 15 до 34 років, які припинили безперервне навчання протягом 2001–2006 років. Кількість опитаних становить 2108 осіб.

Більшість індексів у соціологічній літературі побудовані як інтегральні показники – прості або зважені суми, що базуються на декількох змінних-індикаторах. Для розробки таких показників використовують багатовимірні статистичні методи – множинну регресію та факторний аналіз. Саме останній набув найбільшого поширення як техніка для побудови вимірювальних інструментів. Проте в основі цього методу лежить низка припущень, які роблять його не зовсім адекватним щодо природи тих даних, які найчастіше соціолог отримує в емпіричному дослідженні. Зокрема, припускають, що всі змінні, які аналізують, мають щонайменше інтервальну шкалу вимірювання. Не варто й казати, що найчастіше соціолог оперує змінними, які належать до категоріальних – номінальних або порядкових. Якщо метричні змінні й зустрічаються, то не факт, що цей рівень зберігається щодо конструкту, який підлягає вимірюванню. Приміром, загальну кількість років, витрачених респондентом на навчання, часто вважають показником його освіченості. Змінні, виміряні як час, зазвичай вважають метричними за замовчуванням. Але, якщо поставити питання про те, чи можна порівнювати різні часові проміжки з погляду вираженості вимірюваної якості – освіченості, – то

слід зробити висновок, що цей показник має не більше, ніж порядкову шкалу. Рівень освіченості, який людина отримує, навчаючись три роки у початковій школі, не дорівнює освіченості після трьох років навчання у ВНЗ. Окрім того, в більшості питань соціологічної анкети присутні мета-значення, такі як «важко сказати» та «немає відповіді», які було б варто також розмістити на шкалі вимірювання ознаки, але дослідник не має підстав це робити.

Друге припущення стосується характеру зв'язків між змінними. Факторний аналіз виходить з існування лінійних зв'язків. По-перше, про лінійність ми можемо казати лише тоді, коли справедливим є перше припущення щодо шкали вимірювання. По-друге, реальні змінні найчастіше мають більшою чи меншою мірою складніші залежності між собою.

Третє припущення факторного аналізу стосується характеру розподілу змінних. Для того, щоб робити на його основі висновки, які можна поширити на генеральну сукупність, дані повинні мати багатовимірний нормальний розподіл. Ця вимога також дуже рідко виконується на практиці навіть для обмеженої кількості метричних ознак.

Метод, який дає змогу створювати інтегральні показники й при цьому обходити вказані припущення, розробила група голландських статистиків, які писали під спільним псевдонімом Альберт Гіфі [1]. В основі цього загального підходу, який отримав назву «оптимальне шкалювання», лежать більш реалістичні для соціальних науковців припущення про категоріальний характер змінних та можливість відтворення нелінійних зв'язків між ними в процесі так званої «оптимальної квантифікації», або «оцифровки». В цьому підході питання про шкалу вимірювання дещо змінює своє спрямування. Дослідник має право обирати для змінної будь-який рівень вимірювання, відповідно до власних уявлень про досліджуваний феномен, й вивчати наслідки прийнятих припущень. Наприклад, оголошуючи змінну порядковою, він тим самим накладає певні обмеження на приписування чисел категоріям: збільшення коду категорії має супроводжуватися й зростанням приписаного їй числа. Ту саму змінну можна розглядати й як номінальну, тоді категорії можуть отримувати будь-які квантифікації без жодних обмежень. У такому разі досягають зазвичай і більшої відповідності моделі даним. Якщо ж при цьому порушується порядок слідування категорій, то це дає підставу переглянути інтерпретацію змінної.

У результаті оптимальної квантифікації (оцифровки) значення категоріальних змінних (по суті – довільно обрані мітки категорій) замінюють на числа в такий спосіб, щоб досягти яко-

мога більшого ступеня пояснення квантифікованих змінних. Після заміни категоріальних значень числами змінні (навіть номінальні) можуть мати всі ознаки метричних змінних і для них стає можливим обчислення таких статистичних показників, наприклад, як дисперсія. Основне завдання одного з методів оптимального шкалювання – категоріального аналізу головних компонент, який ми обрали в нашому дослідженні для побудови інтегрального показника вмінь, можна сформулювати таким чином. Маючи на вході спостережувані змінні різного рівня вимірювання, отримати на виході значно менший набір некорельованих між собою головних компонент, які пояснюють якомога більшу частку спільної варіації квантифікованих вхідних змінних.

Варто зауважити, що в процесі аналізу також певним чином оптимізуються й кореляційні зв'язки між квантифікованими змінними (збільшуються між змістовно однорідними та зменшуються між різнорідними). Якщо всі вхідні змінні вважати метричними, то результати категоріального аналізу головних компонент стають тотожними звичайному аналізу головних компонент, що є дуже привабливою рисою першого, оскільки не втрачається зв'язок між новими та існуючими статистичними методами.

У таблиці 1 наведено приклад того, як категоріальний аналіз замінює коди змінної (в цьому випадку це пункт «Вміння виконувати математичні розрахунки») на числові значення.

Таблиця 1. Приклад квантифікації категоріальної змінної «Вміння виконувати математичні розрахунки»

Категорія	Код	Квантифікація
Погані	1	-1,123
Непогані	2	-0,575
Добрі	3	0,227
Дуже добрі	4	1,251
Відмінні	5	2,502

Як бачимо, після проведеного аналізу стає можливим порівнювати відстані між окремими категоріями: дистанція між відповідями «Відмінні» та «Дуже добрі» є найбільшою, тоді як категорії «Погані» та «Непогані» розташовані одна від одної на найменшій відстані. Подібні твердження щодо неперекодованих категорій не мали сенсу, адже значення для категорій було обрано довільно, зважаючи просто на зручність введення даних. Якщо побудувати діаграму, на якій вхідні та вихідні значення змінної співвіднесені між собою, стане очевидним, що цей аналіз призводить до нелінійних перетворень даних (хоча в цьому випадку ця нелінійність і не є вираженою).

Якщо розглянемо кореляцію між компонентами індексу вмінь до перетворень (нижня під-діагональ кореляційної матриці) та після квантифікації (верхня над-діагональ) побачимо, що деякі зв'язки зменшилися («користування комп'ютером» та «створення текстів» – з 0,605 до 0,519), а інші зросли («усна комунікація» та «вирішення нових проблем» – з 0,691 до 0,708). Цей факт цілком зрозумілий, оскільки користування комп'ютером можна вважати складним вмінням, яке частково пояснюється іншим фактором.

Таблиця 2. Кореляції між змінними до та після* квантифікації

Вміння та навички	КК	СТ	УК	ВП	МР
Користування комп'ютером (КК)		0,519	0,414	0,395	0,442
Створення текстів (СТ)	0,605		0,710	0,606	0,563
Усна комунікація (УК)	0,498	0,701		0,708	0,574
Вирішення нових проблем (ВП)	0,488	0,599	0,691		0,599
Математичні розрахунки (МР)	0,528	0,550	0,561	0,577	

* Виділено напівжирним шрифтом.

Результати категоріального аналізу головних компонент дуже схожі на матрицю навантажень звичайного факторного аналізу. Кожну вісь (головну компоненту) можна вважати інтегральною змінною, яка узагальнює вихідні ознаки. Величина та знак навантаження вказують на силу і напрямок зв'язку між квантифікованою змінною та так званим об'єктивним балом (тобто, значенням компоненти у респондента). Як бачимо з таблиці 3, на першу вісь навантажуються всі змінні з суттєвими значеннями. Друга вісь має велике навантаження лише одного вміння – користування комп'ютером. Таким чином, можна стверджувати, що виділено одну загальну компоненту, яка пояснює зв'язки всіх застосованих індикаторів. Друга вісь має стосунок до особливої частини навичок користування комп'ютером, пов'язаної зі спеціальними технічними знаннями. Найтісніший зв'язок комп'ютерних навичок спостерігаємо з умінням створювати тексти, що є цілком логічним. Також можна помітити, що навички розпадаються на дві підгрупи залежно від навантаження на обидві вісі. Перша стосується символічної діяльності, яка відбувається за певними правилами (тексти та розрахунки), друга скоріше пов'язана з так званими дивергентними, творчими здібностями.

У кожній виділеній компоненті є особлива характеристика, так зване власне значення, яке

показує, наскільки успішно відбулось узагальнення змінних. Сума власних значень по всіх компонентах дорівнює кількості змінних, тому часто впливовість компонент виражають як частку варіації всіх змінних, ділячи власне значення на кількість змінних. Як бачимо з таблиці 4, перша компонента пояснює майже всю варіацію змінних, тоді як на другу припадає менше п'ятої частини.

Таблиця 3. Матриця навантажень вмінь на перші дві компоненти (вісі)

Навички	Вісь 1	Вісь 2
Користування комп'ютером	0,693	0,772
Створення текстів	0,867	0,008
Усна комунікація	0,865	-0,264
Вирішення нових проблем	0,829	-0,304
Математичні розрахунки	0,797	-0,077

Ще одним показником, за яким можна робити висновок про суттєвість виділених компонент, є коефіцієнт α Кронбаха, який при розробці вимірних шкал виступає показником її надійності (внутрішньої узгодженості окремих індикаторів). Як бачимо, й цей коефіцієнт вказує на перевагу першої компоненти над другою, у якій значення надійності є суттєво нижчим прийнятої границі у 0,65.

Таблиця 4. Характеристики компонент

Вісь	α Кронбаха	Пояснена варіація	Частка варіації
1	0,872	3,303	81,2
2	-0,388	0,764	18,8
Разом	0,943	4,068	100,0

Суми квадратів навантажень допомагають зрозуміти, яку саме частку варіації окремих змінних вдалося пояснити за допомогою виділених компонент. Так, краще за все дві компоненти пояснюють навички користування комп'ютером.

Таблиця 5. Суми квадратів навантажень умінь на компоненти

Змінні	Вісь 1	Вісь 2	Разом
Користування комп'ютером	0,480	0,596	1,077
Створення текстів	0,752	0,000	0,752
Усна комунікація	0,749	0,069	0,818
Вирішення нових проблем	0,686	0,093	0,779
Математичні розрахунки	0,636	0,006	0,642
Разом	3,303	0,764	4,068

Найменша частка поясненої дисперсії у вмінні «проводити математичні розрахунки», що впливає зі специфіки цієї діяльності для цього на-

бору індикаторів. Цілком можливо, що вона б утворила власну компоненту, якщо б до множини індикаторів ми б додали близькі до неї за змістом змінні.

Значення компоненти у респондентів (об'єктивний бал) є зваженою сумою квантифікованих змінних. Категоріальний аналіз головних компонент дає змогу зберегти об'єктивні бали для їхнього використання у інших видах аналізу.

Для опосередкованої характеристики валідності побудованого індексу наведемо зв'язки квантифікованих навичок та двох інтегральних балів, створених на їхній основі, з показником престижності професії респондента за Д. Трейманом [2] (див. таблицю 6). Оскільки вибірка є дуже великою, всі коефіцієнти кореляції Пірсона є значущими на рівні $p < 0,001$.

Таблиця 6. Кореляції вмінь та інтегральних показників із престижем професії

Змінна	Бал за Трейманом
Користування комп'ютером	0,369
Створення текстів	0,444
Усна комунікація	0,383
Вищення нових проблем	0,355
Математичні розрахунки	0,375
Об'єктивний бал по вісі 1	0,473
Об'єктивний бал по вісі 2	0,065

Звертає на себе увагу величина цих кореляцій – зазвичай в емпіричному дослідженні зв'язки подібної сили між змінними різної природи зустрічаються надзвичайно рідко. Оскільки відомо, що індекс Треймана має тісні зв'язки з рівнем освіти, знайдені кореляції є свідченням валідності обох змінних – і сконструйованого нами інтегрального показника навичок, і показника престижу, розрахованого на основі американських даних.

1. Gifi A. *Nonlinear Multivariate Analysis* / A. Gifi. – WileyBlackwell, 1990. – 602 p. – (Wiley Series in Probability & Statistics).
2. Nakao K. *Updating Occupational Prestige and Socioeconomic Scores: How the New Measures Measure Up* / Keiko Nakao,

Проте, якщо кореляції окремих складових із показником престижу є майже такі самі за величиною, як і кореляція їхньої зваженої суми, то чи варто взагалі її розраховувати? Відповідь на це запитання міститься у таблиці 7 з результатами множинного регресійного аналізу.

Таблиця 7. Множинна регресія престижу на квантифіковані вміння та навички

Змінна	Бета	t	P
Створення текстів	0,220	6,379	0,000
Користування комп'ютером	0,177	6,670	0,000
Математичні розрахунки	0,108	3,737	0,000
Усна комунікація	0,089	2,699	0,007

Залежною змінною в регресії виступав бал престижності роботи за Д. Трейманом, незалежними – квантифіковані навички. Множинний коефіцієнт кореляції виявився ще вищим ($R = 0,489$). Скоригований коефіцієнт детермінації дорівнює 0,237 і є статистично значущим ($p < 0,001$). Як бачимо з таблиці вище, чотири змінних із п'яти мають значущі регресійні коефіцієнти, що доводить важливість врахування кожної з них в інтегральному показнику.

Таким чином, проведений аналіз дав змогу створити загальний індекс навичок та вмінь, який має високу внутрішню узгодженість (0,872 за α Кронбаха) та валідність (кореляція 0,473 з престижем професії). Цей індекс можна використовувати у порівняльних дослідженнях та під час моніторингу характеристик людського капіталу. Цілком зрозуміло, що отримані дані становлять лише часткову інформацію про психометричні характеристики індексу. Подальші дослідження мають стосуватися надійності-стабільності в часі та визначення валідності у зв'язку з рівнем умінь, які вимірюються стандартизованими тестами.

- Judith Treas // *Sociological Methodology*. – 1994. – Vol. 24. – P. 1–72.
3. *From School to Work. A comparative Study of Educational Qualifications and Occupational Destinations* / [Shavit Y., Muller W., ed]. – Oxford University Press, 2003.

A. Vinogradov, L. Malyshev

PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF INTEGRAL INDEX FOR MEASURING GENERAL SKILLS

Paper is devoted to the development of integral index for measuring general skills and competences and investigation of its reliability (internal consistency) and validity using data from the survey "Transition from school to work", conducted in 2007 year by KMIS. As a major method of the data analysis Categorical Principal Components Analysis was used.

Keywords: basic skills, integral index, quantification, optimal scaling, validity, consistency.