

Кваліметрія – теорія вимірювання в гуманітарних і природничих науках

Віталій Циба,

доктор філософських наук,
професор кафедри психології
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини „Україна”

Предмет кваліметрії становлять чотири концепції, одна з яких є спеціальною і виражає сутність порядкового вимірювання, а три – фундаментальними, які виражають структуру і логіку побудови теорії. Стаття присвячена аналізові цих концепцій, а також перспективам розвитку кваліметрії як нового напрямку теорії порівняльного аналізу соціальних і психологічних досліджень.

У гуманітарних науках, рівень розвитку яких, як гадають, припускає переважно якісне вимірювання нефізичних властивостей на номінальних і порядкових шкалах, певного поширення набула розроблена С. Стівенсоном й удосконалювана потім П. Суппесом і Дж. Зінесом, Г. Осиповим і Е. Андреєвим, Ю. Толстовою, К. Беркою та іншими вченими [1 – 6] **репрезентаційна теорія вимірювання**, яка базується на формальних операціях приписування чисел емпіричним властивостям об'єктів і яку, як побачимо далі, не можна вважати цілком коректною.

Досягнення у розв'язанні проблем вимірювання пов'язані переважно з вимірюванням кількісних, а не якісних змін. По суті, проблему вимірювання **порядкових** величин не розв'язано. Тому, з позиції запропонованої теорії **кваліметрії**, варто чіткіше поставити питання щодо розуміння **порядкової шкали** як приблизної кількісної чи як принципово порядкової (незалежно від точності калібрування). Наприклад, чи можна вважати вимірювання температури за відчуттям на дотик порядковим, а за допомогою термометра – кількісним? Або: чи можна будь-яке з цих вимірювань температури вважати принципово порядковим? (Цю проблему розкриває далі **спеціальна** концепція кваліметрії).

Теорія кваліметрії з'ясовує, чи правомірно ставити часто вживані в репрезентаційній теорії вимірювання питання про рівність соціальних „дистанцій” між, скажімо, першим і третім та, відповідно, третім і п'ятим рівнями статусу, або питання про метризацію шкал таких соціально-психологічних властивостей, як престижність професій чи задоволеність працею?

Труднощі пояснення цих та інших питань на підставі концепцій метрології репрезентаційної теорії вимірювання спонукали нас відійти від традиційного шляху розв'язання проблеми вимірювання за допомогою формальних процедур шкалювання та приписування об'єктам чисел, які задовольняють певні арифметичні й алгебраїчні операції, і звернутися до аналізу ідей і денотатів таких категорій діалектики, як якість, кількість, міра, річ, властивість, відношення тощо, та ідеї принципового поділу шкал на кількісні й порядкові за природою відповідних чисел незалежно від точності вимірювань. Це дозволило нам розробити концептуальну структуру теорії вимірювань, названу нами **кваліметрією**, оскільки підґрунтам її є ідея вимірювання **якості** [7 – 11] (термін „кваліметрія” запозичено з товарознавства, де його використовують суто в прикладному розумінні для позначення розділу економіки про методи вимірювання якості продукції).

Перш ніж обговорювати концепції кваліметрії, розглянемо денотати деяких категорій діалектики, насамперед таких, як **якість і річ**.

Центральним родовим поняттям, яке відображає уявлення про будову світу, є категорія **якість**, запропонована ще Платоном для позначення первинних субстанцій („ефірів”). Г. Гегель субстанцією, яку він розумів як рефлексію зі свідомості до зовнішнього світу духовної субстанції, описав категоріальним сполученням „якість, кількість, міра” з доповненням парою спряжених категорій „екстенсивність” та „інтенсивність”. Отже, за визначенням, **якість** – це субстанція певної природи.

Центральним видовим поняттям є категорія „**річ**” як „згусток” різних субстанцій, тобто різних якостей, у середовищі, що являє собою їх суперпозицію („суміщення”). Таке вторинне багатосубстанційне (або **багатоякісне**) утворення – **річ** – Г. Гегель описав категоріальним сполученням „**річ, властивість, відношення**”. Річ, яка є суперпозицією якостей в її „оболонці”,

характеризується комплексом **екстенсивних** та **інтенсивних** властивостей.

Ці уявлення про категоріальний опис світу речей покладено в основу концепцій кваліметрії, для розроблення яких питання щодо природи й первинності таких субстанцій не є принциповим. Це зауваження важливе у зв'язку з тим, що на зміну колишнім уявленням про **речі** як „згустки” різних за номіналами первісних субстанцій, тобто – „згустки” **якостей**, прийшло нове розуміння „**речей**” як **ієархічно структурованих систем**. Отже, абстрагуючись від внутрішньої структуруалізації системної речі, розглядаємо її як цілісність, у межах якої містяться дискретні і неперервні „**субстанції**” у формі множин і континуумів як якостей, визначених показниками об'єму, маси, вартості, інформаційної ємності, тиражів, обсягів елементарних матеріальних і духовних одиниць (слів, книг, думок, актів поведінки тощо).

Предмет кваліметрії становлять **три основні концепції**, що розкривають структуру і логіку побудови теорії, та одна **спеціальна концепція** ординального вимірювання та операціоналізації, яка розкриває сутність **ординального (порядкового)** числа й, відповідно, **ординального** вимірювання і є зasadничою для основних концепцій теорії кваліметрії.

Структура кваліметрії визначена концепціями:

- 1) **специфікації** (типології) показників якості-множини або якості-континууму (не порушуючи коректності, далі вживатимемо лише термін множина);
- 2) **суперпозиції** якостей та вимірювання екстенсивних та інтенсивних властивостей;
- 3) **потужності** класифікованої та стратифікованої множини (або континууму).

Однак, перш ніж приступити до їх аналізу, розглянемо сутність **спеціальної концепції ординального (порядкового) вимірювання й операціоналізації**. В кваліметрії під порядковим вимірюванням розуміють не наближене вимірювання, як це прийнято в інших теоріях вимірювань, а принципово порядкове, котре може бути і наближеним, і точним. Тому віддаємо перевагу терміну „ординальний”, оскільки термін „порядковий” асоціюється з поняттям наближених значень. Як буде видно з основних концепцій кваліметрії, ординальне вимірювання виражає вимірювання якісних змін за допомогою інтенсивних величин, а кардинальне вимірювання – кількісних змін за допомогою екстенсивних величин.

Спеціальна концепція кваліметрії

Звернімося до обґрунтування **спеціальної** концепції про ординальне вимірювання й операціоналізацію та доведімо тотожність виразів інтенсивної величини **ступенем** (ординальним числом) і **відношенням** екстенсивних величин (кардинальних чисел) на базі семантико-лінгвістичних ідей.

Пізнання предметів будь-якої природи (замість категорії „річ” у цьому параграфі використовується вживана в логіці категорія „предмет” [12, с. 525]) виражається за допомогою понять мови. Тим часом, для аналітичного опису предмета потрібно виразити його властивості числовими значеннями, з якими можна проводити математичні операції. Тому в процедурі операціоналізації потрібно лінгвістичні характеристики предмета подати у вигляді величин, доступних вимірюванню.

Спеціальна концепція ординального вимірювання й операціоналізації базується:

- на **адекватності** представлення будь-якого поняття за допомогою **інтенсіоналу** й **екстенсіоналу** (мовою логіки) та за допомогою **інтенсивних** та **екстенсивних** величин (мовою математики);
- на доведенні **адекватності інтенсивної величини**, вираженої порядковим числівником (ординальним числом), і **відношення (пропорції) екстенсивних величин**, виражених іменованими кількісними числівниками (кардинальними числами);
- на обґрунтуванні можливості аналітичного **представлення інтенсивної величини**, безпосередньо не вимірюваної, у вигляді одно- й багатомірної **функції екстенсивних величин**, вимірюваних безпосередньо, що є сутністю ідеї **операціоналізації**.

Поняття в логіці слугують для позначення або однієї речі або множини споріднених речей, що вказує на зв'язок поняття з чисельністю, величиною. У процесі пізнання утворюється родо-видова ієархія понять, при тому більш ємні поняття охоплюють менш ємні, і, відповідно до цих понять, множина структурується на підмножини (підкласи) й однинні множини в підвалині ієархії:

Людина, країна	Множина	Найбільш ємне поняття загального імені
Вчений, місто	Підмножина	Менш ємне поняття загального імені
Вернадський, Київ	Однинна множина	Поняття власного імені

Поняття в логіці описується двома параметрами – **екстенсіоналом**, що виражає обсяг, ємність поняття, та **інтенсіоналом**, що виражає смисл поняття за допомогою задання комплексу означень. Конкретизація предмета здійснюється за допомогою логічної конструкції „суб’ект – **n**-місцевий предикат” (де суб’ект є логічний підмет, а предикат – логічний присудок) шляхом збільшення числа **n**.

Перший етап операціоналізації полягає в обґрунтуванні представлення екстенсіоналу й інтенсіоналу поняття як логіко-лінгвістичних характеристик у вигляді екстенсивних та інтенсивних величин як математичних характеристик.

У весь предметний світ відображені у поняттях, котрі в мовознавстві позначаються словами, що означають повнозначні частини мови. Сполучення слів у реченні виражає співставлення понять як відображення взаємозв'язку відповідних їм предметів та їхніх властивостей. Згідно з семантичними уявленнями, „в акті називання слово актуалізується й означає конкретний предмет, котрий або виокремлюється даним словом, або характеризується ним. Одне й те саме слово може, залежно від обставин, виступати то у функції виокремлення (іменування) предмета, то у функції характеристики (предикації)” [13, с. 25]. Іменем у логіці позначають предмет (власне чи однічне ім’я: Вернадський, Київ) або клас (множина) предметів (номінальне чи загальне ім’я: вчений, місто).

Екстенсіонал визначається кількістю предметів, які охоплюються даним поняттям (поняттям „вчений” охоплюються тисячі осіб; поняттям „місто” охоплюються сотні міст). Предикат вказує на характеристику чи властивість предмета. **n**-місцевий предикат характеризує предмет за **n** властивостями. Інтенсіонал визначається комплексом відповідних властивостей, число яких визначає розмірність координатного простору (видатний, гуманний, плідний, авторитетний /вчений/; столичне, святкове, красиве /місто/).

Звичайно іменування виражається за допомогою іменника, а предикація – за допомогою прикметника, який виражає властивість предмета (та за допомогою інших загальних частин мови також у значенні властивості). У реченні, що складається з імені (підмета) й предиката (присудка), „перший із членів речення ніби окреслює предмет лінією, послідовно виокремлюючи певний клас предметів і певний предмет у межах даного класу. Другий член речення розчленовує потім зміст цього предмета, виокремлюючи з нього окрему сторону” [13, с. 28]. Так формується уявлення про предмет, його кількісну характеристику та змістові сторони – властивості.

Екстенсіонал поняття характеризує його ємність, чисельність охоплених об’єктів, виражається в морфології мови кількісними числівниками, і йому відповідає екстенсивна величина, яка визначає потужність множини кардинальним числом. Ім’я поняття охоплює клас у певному відношенні еквівалентних, тобто якісно однорідних одиниць. Ця однорідність зафіксована у значеннях інтенсивних величин, що відповідають комплексу ознак **інтенсіоналу** поняття. Так, поняття „вчений” містить множину вчених, поняття „місто” містить множину міст, що визначається екстенсивною величиною.

Якщо зв’язок екстенсіоналу з екстенсивною величиною та ідея вимірювання кількісних змін еталонною величиною (1 вчений, 1 місто) очевидні, то конкретизація інтенсіоналу у вигляді комплексу інтенсивних величин та ідея вимірювання якісних змін не так очевидні. Розкриття їх суті ґрунтуються на такому міркуванні.

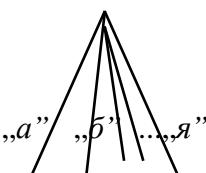
Для вирішення завдання перетворення лінгвістичних категорій, котрі виражаютъ якісні особливості досліджуваного класу предметів, на відповідні математичні категорії звернімося до аналізу лінгвістичних морфологічних категорій іменника і прикметника, які, власне, є найменуваннями предметів та їх властивостей.

Іменники, які означають предметність субстанціальних об’єктів, називаються **конкретними**, а ті, що означають предметність властивостей (а також дій і станів), називають **абстрактними**. Соціальні об’єкти і явища також позначаються конкретними (столиця) й абстрактними (авторитет, краса) іменниками. Утворені від іменників прикметники означають властивості предметів, які поділяються на два види: **відносні** та **якісні**. Від конкретних іменників утворюються відносні прикметники (столичний), а від абстрактних іменників як назв властивостей утворюються якісні прикметники (авторитетний, красивий).

Відносні прикметники вказують постійну ознаку предмета – одну з можливого набору. Набір ознак утворює так звану **номінальну** шкалу: червоний, зелений, синій тощо. Це шкала ознак як видів найменувань родової властивості „колір”; правове, моральне, естетичне й інше виховання – це шкала ознак як найменувань видів родової властивості „загальне виховання”. **Ознакою**, або **номіналом**, називаємо конкретне значення властивості, виражене відносним прикметником, на номінальній шкалі. Класи предметів розрізняються за видовими ознаками (за номіналами видових якостей) у родо-видовій побудові (див. **схему**).

Систематика показників, шкал, принципів і методів вимірювання

Схема

ЯКІСТЬ		
Номінал	Кількість	Ступінь
Видова ознака. Символи (слова, літери, цифри).	Екстенсивна величина. Кардинальні числа.	Інтенсивна величина. Ординальні числа.
ШКАЛИ		
Класифікаційна номінальна	Кумулятивна кардинальна	Стратифікаційна ординальна
<p>Класифікація множини із фіксованим номіналом родової якості на підмножини (класи) за номіналами видових якостей; ненаправлена „горизонтальна” шкала, виражає розщеплення родового номіналу якості на вичерпно повний перелік довільно розташованих видових номіналів якостей.</p>	<p>Вимірювання інтервалу; виражає кількість однорідних, рівноінтенсивних одиниць; характеризує кумулятивність і адитивність вимірюваної властивості; шкала градується за допомогою еталонної міри.</p>	<p>Вимірювання потенціалу в точці; виражає потенціал як функцію стану; характеризує якісність множини, тобто рівноінтенсивних одиниць страти; „вертикальна” шкала калібрується за допомогою реперних точок; її підтип – рангова шкала як нерівномірна, непрокалібрована, транзитивна.</p>
ВИМІРЮВАННЯ		
Номінальне Зазначення видового номіналу якості при фіксованому номіналі родової якості. «A»	Пряме Підрахунок одиничних мір: $N = \frac{N(a)}{1(a)} \frac{\text{(множина)}}{\text{(одиниця}} \frac{}{\text{елементарна)}}$	Непрямe <u>A) похідне:</u> обчислення індексу: $\nu = \frac{N(a)}{1(A)} \frac{\text{(множина)}}{\text{(одиниця сукупна)}}$
		$\nu = \frac{N(a)}{M(b)} \frac{\text{(множин a')}}{\text{(множин a'')}}$
		<u>B) опосередковане:</u> визначення функції: $x = f(x_1, \dots, x_n)$
		<u>B) імперативне:</u> оцінювання ранжування: $\nu = \frac{N}{1} \frac{\text{балів}}{\text{об'єкт}} \quad a < \beta < \dots < \omega$

Якісний прикметник визначає змінну величину властивості предмета. Різний ступінь інтенсивності властивості виражається за допомогою **ступенів порівняння** прикметників – звичайного, вищого й найвищого: авторитетний – авторитетніший – найавторитетніший, утворених від абстрактного іменника „авторитет”. У такій низці порівняльних ступенів якісних прикметників міститься якісне порівняння предметів одного класу. Можливість вираження опредмеченої властивості (авторитет) у вигляді змінної величини ступенів порівняння ґрунтуються на тому, що відповідний абстрактний іменник містить у собі діапазон зміни густини (щільноті) якості (як густини певної субстанції).

Побудувати шкали ступенів порівняння можна шляхом перетворення абстрактного іменника, який виражає властивість певного класу предметів: 1) утворенням із цього іменника трьохчленної серії ступенів порівняння прикметників; 2) додаванням до цього іменника порядкових числівників, які означають відповідні ступені інтенсивності якості.

На цій підставі лінгвістичну „шкулу” ступенів порівняння прикметника перетворимо на математичну порядкову (ординальну) шкалу ранжування предметів даного класу за ступенями якості таким чином: звичайному, вищому й найвищому ступеням порівняння прикметника доберемо абстрактний іменник, який називає цю властивість, із порядковим числівником, що також виражає відповідні ступені порівняння:

Абстрактний іменник, який виражає назву властивості	Лінгвістична шкала	Математична шкала
Авторитет	Авторитетний Авторитетніший Найавторитетніший	Авторитет I ступеня Авторитет II ступеня Авторитет III ступеня

Саме троїчна ординальна шкала (очевидно, внаслідок свого лінгвістичного походження) є найпоширенішою в економіці, соціології та інших суспільних науках: вироби I, II і III сорту; диплом I, II і III ступеня; I, II і III спортивний розряд тощо.

Перейшовши до математичної ординальної шкали, можна як завгодно дрібно диференціювати властивості за ступенями якості: авторитет, сила, краса, доброта, працелюбність тощо X (десятого), XX (двадцятого), С (сотого) тощо ступеня. Аналогічно: значення температури 20° , 40° , 100° на шкалі температури між 0° і 100° градусами Цельсія означає двадцятий, сороковий, сотий ступінь нагрівання тіла (а не кількість градусів, яка становить певну множину). Перевага заміни ступенів порівняння якісних прикметників шкалою ординальних чисел полягає в універсальності останньої та можливості вимірювання близьких значень інтенсивності шляхом задання багаторівневої градації.

Наступний етап операціоналізації полягає в доведенні адекватності ступенів інтенсивності й відношення чисельностей, тобто адекватності ординального числа й відношення іменованих кардинальних чисел, або, інакше кажучи, в доведенні справедливості представлення інтенсивної величини відношенням екстенсивних величин, що робить її вимірюваною величиною як **похідної** (у диференціальному численні – dy/dx).

Ідея цього доведення ґрунтуються на тому, що інтенсивність, як ступінь порівняння, визначається не тільки для якісних прикметників (рожеве забарвлення), а й для бінарної зв’язки відносних прикметників (червоно-біле забарвлення), шляхом зазначення зміщення до одного з компонентів.

Відомо, що відносні прикметники, на відміну від якісних, не утворюють ступенів порівняння (червоний, білий), однак утворені з них бінарні прикметники набувають властивості якісності й змінюються за ступенями. Якщо замінити бінарну конструкцію відносних прикметників (червоно-біле забарвлення) одним терміном (рожеве забарвлення), то проміжні значення якості предмета можна виразити за допомогою ступенів порівняння цього якісного прикметника: рожеве – рожевіше – найрожевіше (забарвлення). Така шкала може бути представлена й за допомогою порядкових числівників: шкала I, II і III ступеня „рожевості” забарвлення відображає зміщення відтінків від білого до червоного кольору. З бінарної конструкції прикметників випливає, що ступінь якості виражається часткою або відношенням мір компонентів (скажімо, відношенням мір червоної та білої фарб), виражених кількісними числівниками. Звідси випливає формула, згідно з якою ступінь виражається відношенням чисельностей двох мір, і, отже, порядковий числівник виражається відношенням кількісних числівників (або ординальне число – відношенням кардинальних чисел):

$$X \text{ ступінь} = 30 \text{ мір}' / 3 \text{ міри}'' = 10 \text{ мір}' / 1 \text{ міра}''.$$

Привертає увагу те, що **пропорція** чисельностей має ті ж особливості, що й **ступінь**. Якщо кожен член пропорції як чисельність має властивість адитивності, то їх відношення втрачає цю властивість і стає подібним до ступеня. Число, одержане в результаті ділення двох екстенсивних величин, **не має властивості адитивності й набуває властивості потенційності**. При додаванні ці числа не підсумовуються, а вирівнюються, усереднюються. Наприклад, при поєднанні двох рідин різної густини чисельні значення їхніх густин не підсумовуються, а усереднюються; при об'єднанні двох одинакових груп робітників II і VI розрядів кваліфікація новоутвореної групи не підвищиться, а усередниться й буде еквівалентною IV розряду. **Операція ділення, або відношення двох іменованих чисел, кожного зі своєю мірою, утворює безмірну величину – ступінь – значення ординального числа.** Числовим визначенням ступеня чи відповідної йому пропорції чисельностей на шкалі інтенсивності є вимірювання потенціалу в точці, на відміну від визначення числового значення інтервалу на шкалі екстенсивності.

Отже, здійснено перехід від екстенсіоналу й інтенсіоналу поняття до комплексу екстенсивних й інтенсивних величин, тобто від лінгвістичних вербальних до математичних числових характеристик суб'єкта судження „суб'єкт – n-місцевий предикат”.

Однак, не завжди інтенсивну величину можна чисельно визначити як похідну шляхом вимірювання окремо складових її екстенсивних величин. Це стосується переважно вимірювання інтенсивних показників суб'єктивного характеру. Справді, одна справа визначити об'єктивний простий інтенсивний показник густоти населення регіону шляхом обчислення відношення легко вимірюваних чисельностей населення й площі території заселення, й інша справа – визначити такі суб'єктивні комплексні інтенсивні показники, як статус, авторитет, освіта тощо. У цьому випадку інтенсивна величина розглядається як латентна характеристика соціального об'єкта. Відтак постає завдання останнього етапу операціоналізації: **вираження інтенсивної величини комплексом так званих індикаторів, тобто – представлення її функцією однієї чи кількох екстенсивних змінних, доступних безпосередньому вимірюванню.**

Отже, концепція ординального вимірювання й операціоналізації уможливила перехід від верbalного до числового опису явищ, необхідного для побудови математичних моделей. Ця концепція є зasadникою для основних концепцій кваліметрії.

Основні концепції кваліметрії

Перша концепція – концепція **специфікації** показників якості – ґрунтуються на ідеї адекватності філософської категорії „якість” і математичної категорії „множина”, які є відображенням однорідних та рівноінтенсивних (елементи яких характеризуються одинаковим ступенем інтенсивності) утворень як природної, так і соціальної дійсності (див. **схему**). Зміст цієї концепції випливає з умови повноти опису будь-якої множини трьома специфічними показниками, які виражают:

Класотворна ознака	Номінал	} Якості
Екстенсивна величина	Кількість	
Інтенсивна величина	Ступінь	

Перший тип показників множини дискретних чи неперервних одиниць **a** (молекул, виробів, людей, соціальних фактів чи одиниць довжини) вказує на їх **природу** і є **номіналом** якості **a**.

Другий тип показників множини виражає її **обсяг** і є **екстенсивною** величиною. Принцип її вимірювання базується на властивості **адитивності** й **кумулятивності** (накопиченості) одиниць множини при лічбі, й процедура вимірювання екстенсивної величини полягає у визначені кратності обраної еталонної одиниці 1(**a**) в даній множині **n(a)**:

$$n(a)/1(a)=n.$$

Розмір множини дорівнює відношенню двох кардинальних чисел **n** і **1** з однією й тією ж мірою, наприклад:

$$n=10(a)/1(a)=10.$$

Екстенсивні величини будемо позначати латинськими літерами й арабськими цифрами.

Складнішим випадком є осмислення **третього** типу показників множини – **інтенсивної** величини.

Ще Г. Гегель зазначав, що чисельність елементів множини, яка розглядається в одному випадку як екстенсивна величина, може в іншому випадку розглядатися як інтенсивна: сама по собі множина

визначається чисельністю елементів, а в ряду інших множин визначається ступенем інтенсивності, чисельно рівному кількості елементів. Однак, таке міркування не розкриває сутності поняття **ступінь**, трактуванню якого присвячена спеціальна концепція кваліметрії. Згідно з цією концепцією, ступінь дорівнює відношенню принаймні двох множин, а ми розглядаємо тільки одну множину. Однак її також можна уявити як дві множини. На таке уявлення наштовхує дефініція множини, сформульована засновником теорії множин Г. Кантором: „Множина є численне, яке мислиться нами як одне” [14, с. 762]. Тобто, одне утворення у вигляді множини можна розглядати як два типи множин: як множину з n елементарних одиниць a і як множину з 1 (одного) елемента, котрим є саме це утворення і яке можна розглядати як одиницю з іншим номіналом якості A . Відтак однорідне утворення характеризується двома кардинальними числами: n і 1.

Іншою характеристикою такого утворення є відношення цих двох множин. Здавалося б, ділення числа n на одиницю нічого не змінює: $10:1=10$. Однак, це не так. Одержане число в результаті ділення кардинального числа з однією мірою на одиницю (теж кардинальне число) з другою мірою ніби стягує цю десятку в одиничний об’єм, втрачає властивість адитивності й набуває властивості потенційності, перетворюючись на ординальне число, яке виражає ступінь інтенсивності якості a :

$$v=n(a)/1(A).$$

Будемо позначати значення ступенів грецькими літерами й римськими цифрами: $v=10(a)/1(A)=X$ (ступінь). Наприклад, участь громадянина в 10 акціях на захист навколошнього середовища можна розглядати як **X** ступінь соціальної активності. Одержане ординальне число характеризує „точковий” стан даного утворення у вигляді множини як **сукупністю** одиниці; ця величина називається **потенціалом**. Потенціали (інтенсивні величини), на відміну від інтервалів (екстенсивних величин), **неаддитивні й некумулятивні**.

Зважимо на те, що арифметичні операції відносно інтервалів і потенціалів мають різний смисл. Так, лічба однорідних одиниць означає нагромадження їх на шкалі екстенсивності ($n=1+1+\dots+1$), а „лічба” сукупних одиниць за ступенями означає просування за точками на шкалі інтенсивності: $v=I_1 - I_2 - \dots - I_n$. „Різниця” потенціалів є не число одиниць в інтервалі, а **перепад** між двома якісними станами даного утворення $v=\alpha - \beta$, котрий виражає відмінність за інтенсивністю між чисельно різними множинами, „стягнутими” в одиницю. Знак мінус „-” виражає різницю інтервалів, а „різниця” потенціалів (різница перших похідних у диференціальному численні) означає перепад між вищим й нижчим рівнями потенціалу і навпаки. Отже, цю операцію доцільно позначити спеціальним знаком перепаду на вищі „-“ і на нижчі „+“ ступені замість „+” і „-“ відповідно (то може бути перепад електричних потенціалів, температур чи соціальних статусів).

Отже, для категорії **множина** установлені три типи показників – **номінал, екстенсивна й інтенсивна** величини; і три типи вимірювання: **номінальне** як зазначення номіналу якості; **кардинальне** як визначення величини інтервалу якості; **ординальне** як вимірювання **потенціалу в точці** за допомогою визначення відношення (пропорції) множини до сукупної одиниці, яке виражає ступінь даної якості.

Друга концепція – концепція **суперпозиції** якостей і вимірювання властивостей – випливає з уявлення філософської категорії „річ” суперпозицією якостей, що еквівалентне уявленню речі суперпозицією, тобто суміщенням в її „оболонці”, множин із номіналами a , b , c тощо. Наприклад, людина як соціальна „річ” є суперпозицією множин соціально-демографічного характеру: множини років (вік), іще множини років (трудовий стаж), множини грошей (доход), множини споріднених соціальних фактів (прочитаних книг, відвідувань театрів) тощо.

Головна особливість такої моделі речі полягає в тому, що кожна точка речі розглядається як суміщення в ній точкових порцій кожної з субстанцій відповідних множин. Звідси – кожна точка характеризується пропорцією множин-якостей, переданою категорією відношення (використаної Г. Гегелем в категоріальному сполученні „річ, властивість, відношення”). Різні множини-якості самі по собі й у пропорціях виражають сутність категорії „властивість”, що характеризує саме річ (тобто суперпозицію якостей, а не окремі якості самі по собі).

За **типами вимірювання** – вимірювання **інтервалу й вимірювання потенціалу (в точці)** – **властивості поділяються на екстенсивні й інтенсивні**. Екстенсивні властивості речі – це множини з номіналом певної якості в „оболонці” речі. Приклади екстенсивних властивостей речі – маса, вартість, об’єм, чисельність людей чи „голосів” при голосуванні.

Наявність у кожній точці речі певного числа множин-якостей породжує комплекс їхніх

сполучень у пропорціях, тобто комплекс інтенсивних властивостей різних порядків у залежності від числа членів у пропорції. Згадане раніше відношення множини якості самої до себе в формі множини і в формі сукупної одиниці виражає сутність інтенсивної властивості нульового порядку:

$$k = k(\mathbf{a})/1(\mathbf{A}).$$

Чисельно величина пропорції інтенсивної властивості дорівнює величині екстенсивної властивості, яка виражає кількість елементарних одиниць множини, однак чисельне значення (показника) пропорції, на відміну від показника потужності множини, означає не кількість, а ступінь якості. Наприклад, участь громадянин в 1 акції на захист навколошнього середовища розцінюється як I ступінь, а в 10 акціях – як X ступінь соціальної активності.

Можливі парні сполучення якостей-множин у речі утворюють інтенсивні властивості першого порядку:

$$\sigma = k(\mathbf{a})/s(\mathbf{b}).$$

Для неперервного простору (континууму) мовою математичного аналізу такі показники суть перші похідні, які дорівнюють, за визначенням, границі відношення нескінченно малого приростання у точці. Залежно від числа членів у пропорції утворюються інтенсивні властивості вищих порядків, причому простих і змішаних (подібно до простих і змішаних похідних різних порядків у диференціальному численні).

Ідея третьої концепції – концепції визначення **потужності** класифікованої і стратифікованої множини – полягає в приведенні множин, які відрізняються за номіналами і ступенями інтенсивності якостей, тобто класів і страт, до родової множини **рівноінтенсивних** умовних одиниць: очків, балів, грошових знаків тощо.

Під множиною звичайно розуміють однорідну множину, тобто таку, що охоплює елементи одного роду – елементи з фіксованим номіналом родової (або видової) якості. Така множина становить **клас**. Однак, для визначення показника потужності множини потрібна ще одна умова: щоб елементи множини були рівноінтенсивними, тобто мали фіксовані значення ступенів якості. Така множина становить **страту**.

У реальному світі зазвичай зустрічаються і неоднорідні, і нерівноінтенсивні множини, які містять елементи або їх підмножини, котрі відрізняються як за номіналами, так і за ступенями інтенсивності якості (наприклад, мінерали відрізняються за номіналами й за ступенями твердості; партія товарів включає різні вироби за асортиментом і за сортом; робітники підприємства відрізняються за спеціальністю й за кваліфікаційними розрядами). Показник потужності таких множин не може бути виражений чисельністю елементів, оскільки вони не еквівалентні ні за номіналами, ні за ступенями. Для визначення показника потужності такої множини необхідно привести всі її елементи до тотожних елементів як за номіналом, так і за ступенями інтенсивності якості.

Розглянемо обидва ці випадки.

Нехай класифікована множина структурована на класи різних за видовими ознаками одиниць із загальною родовою ознакою „за горизонталлю”. Для визначення показника потужності множини **N** на родовому рівні потрібно різні за видовими ознаками одиниці \mathbf{a}_i для всіх класів, потужність кожного з яких у цих одиницях дорівнює $N_i(\mathbf{a}_i)=n_i(\mathbf{a}_i)$, звести до еквівалентних одиниць за номіналом абстрактної якості **b**, де $\mathbf{a}_i=m_i(\mathbf{b})$. Тому потужність класифікованої множини **N(b)** дорівнює сумі потужностей класів $N_i(\mathbf{a}_i)$:

$$N(\mathbf{b})=\sum N_i(\mathbf{a}_i)=\sum n_i(\mathbf{a}_i)=\sum n_i m_i(\mathbf{b})=\sum k_i(\mathbf{b}), \quad (*)$$

де $k_i=n_i m_i$. Наприклад, якщо $n_i(\mathbf{a}_i)$ – кількість товару \mathbf{a}_i 1-го асортименту (костюми чи сукні тощо), але однакового сорту, то потужність множини усіх класів товарів обчислюється в загальних родових одиницях **b** (наприклад, одного з товарів: у стандартних гудзиках, стандартних ложках або ж у грошових одиницях) за допомогою перевідних коефіцієнтів m_i .

Саме таке завдання вирішується в економіці, коли товари як „згустки” затраченої на їх виробництво професійної праці різних видів приводяться до єдиної родової субстанції – трудової вартості, і як „згустки” споживаних благ у ринковій системі приводяться до іншої родової субстанції – вартості. В соціології родовою субстанцією щодо суспільства або його окремих регіонів може розглядатися населення як „поле” індивідів. Однак, не будь-яка соціальна множина зводиться до їх чисельності. Якщо множина індивідів розрізняється за статусом, освітою, кваліфікацією тощо, то доводиться звертатися до еквівалентів, подібно до того, як парк тракторів різних марок вимірюється

в умовних 15-сильних тракторах. У найзагальнішому випадку неоднорідні соціальні множини зводяться до множин однорідних умовних одиниць (очків, балів), що мають смисл субстанції „соціальної вартості” подібно смислу субстанції вартості економічних множин предметів споживання.

Особливо часто до такого способу співставлення й об’єднання видових множин у загальну родову множину одиниць **соціальної вартості** вдаються у спортивних змаганнях із різних видів багатоборства. Показова тут процедура визначення арбітрами призерів у сучасному п’ятиборстві, котрі повинні відповісти на запитання: „Хто чого вартий?”, чим і виправдовується використання терміну „соціальна вартість”. Арбітрам потрібно відобразити в загальних одиницях результати виступів кожного спортсмена у верховій їзді, фехтуванні, стрільбі, плаванні й кросі. Для порівняння показників, виражених у різних натуральних одиницях (номіналові якості „біг” відповідає множина одиниць часу; номіналу „стрільба” – множина влучень у мішень; номіналу „фехтування” – множина уколів тощо), вводяться еквіваленти, згідно з якими нараховуються очки кожному спортсменові. Інколи рейтинг спортсмена або команди визначають за результатами зустрічей у змаганнях упродовж певного часу, також нараховуючи очки. Подібна процедура нарахування очків соціальної вартості може бути застосована для оцінювання майстерності фахівців будь-якої професії, з будь-якого виду занять у сфері науки, мистецтва тощо.

В іншому випадку потрібно визначити показник потужності множини одиниць із однаковим номіналом якості, але різних за ступенями інтенсивності якості. Стратифікована множина структурована на страти за ступенями якості „вертикально”. Потужність такої множини не можна визначити через неспівставність різних за ступенями мір дляожної наступної страти. Тому якісно стратифіковані множині треба знайти адекватну якісно **однорідну й рівноінтенсивну** множину і визначити показник її потужності за допомогою певної приведеної (тобто такої, що враховує ступінь якості) одиниці.

Показник потужності $N_j(\mathbf{b}_j)$ кожної зі страт уявимо аналітично як добуток інтенсивної величини $v_j = [h_j(\mathbf{c})/n_0(\mathbf{b}_j)]_j$, яка виражає ступінь якості j -ої страти (у формі пропорції екстенсивних величин), на екстенсивну величину $n_j(\mathbf{b}_j)$, котра виражає кількість натуральних одиниць \mathbf{b}_j :

$$N_j(\mathbf{c}) = [h_j(\mathbf{c})/n_0(\mathbf{b}_j)]_j n_j(\mathbf{b}_j) = v_j n_j(\mathbf{b}_j).$$

Якщо стратифікована множина складається з кількох „сортів” цих одиниць, то сумарна потужність $N(\mathbf{c})$ визначається сумою потужностей страт $N_j(\mathbf{c})$:

$$N(\mathbf{c}) = \sum N_j(\mathbf{c}) = \sum v_j n_j(\mathbf{b}_j). \quad (**)$$

В економіці цим парам величин відповідають сорт у вигляді ціни $v_j = [h_j(\mathbf{c})/n_0(\mathbf{b}_j)]_j$ і кількість товару $n_j(\mathbf{b}_j)$ кожного сорту асортименту \mathbf{b}_j для вираження вартості сукупного продукту. В соціології цим парам величин відповідають, наприклад, інтенсивність певної соціальної настанови й кількість осіб із різним ступенем її вираженості для визначення потужності колективної настанови (потужності громадської думки).

У статистичному розподілі диференційна функція розподілу ймовірностей випадкової величини визначає стратифікацію якісно **нерівноінтенсивної** множини за відповідною інтенсивною властивістю (за інтенсивністю соціальної настанови, за статусом, авторитетом, кваліфікацією тощо), а інтегральна функція розподілу є способом приведення такої стратифікованої множини до якісно **рівноінтенсивної** множини умовних одиниць. При цьому, площа під кривою графіка густини статистичного розподілу сукупності осіб різного статусу дорівнює їх кількості, а площа під інтегральною кривою розподілу дорівнює кількості умовних індивідів із найнижчим статусом.

Показник потужності класифкованої та стратифікованої множини об’єднує формули (*) й (**):

$$\begin{aligned} N(\mathbf{c}) &= \sum \sum n_{ij}(a_{ij}) v_{ij}(c/a_{ij}) = \\ &= \sum \sum n_{ij} m_i(\mathbf{b}_j) v_j(c/\mathbf{b}_j) = \sum l_{ij} v_j(c/\mathbf{b}_j). \end{aligned}$$

Якщо йдеться про множину товарів у магазині, то n_{ij} (a_{ij}) – кількість реальних одиниць a_{ij} товару i -го класу (асортименту) й j -ої страти (сорту, вираженого ціною), $v_{ij}(c/a_{ij})$ – ціна в грошових одиницях \mathbf{c} одиниці товару a_{ij} , $l_{ij} = \sum n_{ij} m_i(\mathbf{b}_j)$ – множина умовного товару \mathbf{b}_j , тобто множина всього асортименту у вимірі одного з товарів \mathbf{b}_j і $v_j(c/\mathbf{b}_j)$ – ціна товару \mathbf{b}_j . Отже, вартість множини товарів у магазині дорівнює сумі добутків цін і кількості товарів кожного класу (асортименту) й кожного сорту.

Якщо йдеться про визначення показника потужності колективної думки з кількох проблем, то спочатку визначають потужність думки зожної проблеми як добуток показників інтенсивності

думки на відповідну кількість осіб, а потім результати підсумовуються за числом проблем.

Визначення потужності множини соціальних об'єктів (якісно стратифікованих колективів, стратифікованої сукупності фактів тощо) й, отже, порівняльний аналіз різних соціологічних досліджень, можливі, якщо відомі методи й процедури визначення числових значень екстенсивних й інтенсивних властивостей за єдиними шкалами.

Систематика принципів, шкал і методів вимірювання

Типи й кількість шкал визначаються типами й кількістю показників, необхідних для вичерпної характеристики окремої множини і речі як суперпозиції множин. Множина як клас, як порція і як страта викремлюється за допомогою трьох показників: номіналу, кількості й ступеня інтенсивності якості. Цим показникам відповідають три типи шкал: одна – номінальна і дві числові – кількісна і порядкова.

Шкала довільного переліку номіналів якості виражає склад родової множини із видових підмножин (класів). Її будемо називати **номінальною**, або **класифікаційною**; шкала екстенсивної властивості градується за допомогою іменованих кардинальних чисел. Її будемо називати **кардинальною**, або **кумулятивною**; шкала інтенсивної властивості градується за допомогою ординальних чисел, які означають ступені інтенсивності. Її будемо називати **ординальною**, або **стратифікаційною**.

Звернімося до **схеми**, де в систематизованому вигляді описано сутність екстенсивних та інтенсивних властивостей об'єктів, наведено типологію шкал і охарактеризовано типи вимірювань. Розглянемо принципи й методи вимірювання різних показників.

Визначення номіналів видових якостей певної речі, поданих у формі суперпозиції якостей, без визначення їх кількостей – сутність методу якісного аналізу. Так, хімічний якісний аналіз дозволяє визначити склад одержаних у результаті хімічної реакції речовин. Соціальний якісний аналіз певної сукупності осіб, скажімо, за національним чи професійним складом без визначення кількості відповідних представників, здійснюють методами класифікації, таксономії (розділення образів).

Вимірювання екстенсивних величин ґрунтуються на властивості **адитивності** елементів множини. Метод вимірювання екстенсивної величини полягає в підрахунку відповідно з еталоном одиниць множини (дискретної чи неперервної природи). Таке вимірювання будемо називати **прямим**. Наприклад, довжина вимірюється за допомогою еталонної одиниці – метра; трудовий колектив – за допомогою стандартного працівника.

Найскладнішим випадком є вимірювання інтенсивної величини, притому **простої** і **комплексної**. Уесь арсенал математичних методів фактично пов'язаний із завданням вимірювання інтенсивної величини, до якої незастосовне поняття міри, як це було у випадку вимірювання екстенсивної величини. Інтенсивна величина вимірюється за допомогою значень ступенів, що задаються на шкалі **реперними точками** (наведені Н. Тюріним у книзі з метрології [13] поняття „еталон одиниці довжини” (§31) й „еталон одиниці температури” (§35) мають зовсім різний зміст: у першому випадку йдеться про еталон як про **міру**, а у другому – як про **реперну точку**).

Сутність інтенсивної величини містить у собі відношення мір (мірил), які, „скорочуючись”, перетворюють це відношення мір на безмірну величину – ступінь. Вимірювання ступеня – числового значення інтенсивної величини – зводиться до вимірювання відношення двох (або більше) екстенсивних величин. Таке вимірювання будемо називати **похідним**. Швидкість руху, густина речовини або населення – приклади інтенсивних величин у формі похідних.

Якщо інтенсивну величину неможливо визначити у формі індексу, позаяк у ньому не можуть бути незалежно виміряні значення екстенсивних величин у чисельнику та знаменнику, тоді йдуть шляхом пошуку функціонального зв'язку її з певною екстенсивною величиною (наприклад, температури – за видовженням стовпчика ртуті).

Вимірювання інтенсивної величини за допомогою обчислення функції при підстановці екстенсивного аргумента, визначеного в результаті прямого вимірювання, назовемо **опосередкованим**.

Методи статистичного аналізу за допомогою рівнянь регресійного і факторного аналізів, або конструкції формул індексів, дозволяють встановлювати між екстенсивними й інтенсивними величинами не супто функціональні, а статистичні зв'язки.

Якщо не відомі ні явний вираз інтенсивної величини у формі індексу, ні функціональний

зв'язок її з екстенсивною величиною, то вимірювання інтенсивної величини полягає в оцінюванні її значення експертами на заздалегідь прокаліброваній шкалі за допомогою реперних точок. У протилежному випадку – без такого калібрування – вимірювання інтенсивної величини експертами здійснюють за допомогою операції ранжування об'єктів за ступенями інтенсивності уздовж шкали. Вимірювання інтенсивних величин за допомогою методів експертного оцінювання назовемо **імперативним**.

Вимірювання соціальних інтенсивних властивостей (авторитет, статус, кваліфікація, соціальна настанова, освіта) подібне до вимірювання фізичних інтенсивних властивостей, таких як густина, температура, концентрація, твердість. Усі ці показники виражают ступінь інтенсивності якості на ординальних шкалах: явно – пропорцією кардинальних чисел (густина, температура) або неявно (твердість, переконаність, статус, соціальна настанова), але в обох випадках – це показники порядку, які відображають стратифікацію об'єктів за ступенями якості.

Йшлося про вимірювання одиничних інтенсивних показників, однак у процесі пізнання, принаймні соціальних явищ, слід розкрити сутність комплексних інтенсивних показників (статус, освіта, кваліфікація) [14], якість продукції тощо. Завдання побудови комплексного показника полягає у представленні його комбінацією одиничних інтенсивних показників і визначенні їх вагових коефіцієнтів. Це завдання називають також завданням **багатомірного шкалювання**.

В економіці й соціології розвинені методи побудови комплексних показників на базі одиничних. Для визначення їх вагових коефіцієнтів використовують методи **експертних оцілок**, а також статистичні методи, наприклад, **множинної регресії і факторного аналізу**. Так, комплексна соціальна настанова особистості може бути представлена лінійною комбінацією соціальних настанов на соціальні цінності, кожна з яких (настанов), у свою чергу, може бути функціонально представлена комплексом екстенсивних величин, які є множинами вербальних й актуальних фактів, що стосуються засвоєння цих цінностей.

Наголосимо, що порівняльний аналіз досліджуваних явищ будь-якої природи здійснюється тільки за допомогою показника потужності класифікованої і стратифікованої множини в умовних одиницях.

Підсумовуючи результати розробки теорії вимірювання, наведемо вислів А. Лебега про окреслене ним завдання перед наукою: „...потрібно було б створити таку теорію, яка могла б прикладатися одночасно до об'ємів, до температури, до апетиту, до державного бюджету, до родючості ґрунту, до розуму, до рівня води в Сені, до здивування тощо і, зокрема, до величини числа, яке вимірює величину” [17, с. 154]. Вважаємо, що теорія кваліметрії задовольняє висунуті А. Лебегом вимоги.

Література:

1. Стивенс С. Математика, измерение и психофизика // Экспериментальная психология. – М. – 1960. – Т. 1.
2. Суппес П., Зинес Дж. Основы теории измерений // Психологические измерения. – М., 1967.
3. Осипов Г. В., Андреев Э. П. Методы измерения в социологии.– М., 1977.
4. Берка К. Измерения. – М., 1987.
5. Клигер С. А., Косолапов М. С., Толстова Ю. Н. Шкалирование при сборе и анализе социологической информации. – М., 1978.
6. Толстова Ю. Н. Математика в социологии: элементарное введение в круг основных понятий (измерение, статистические закономерности, принципы анализа данных). – М., 1990.
7. Цыба В. Т. Основы социальной квалиметрии. – М., 1989.
8. Цыба В.Т. Философские основы социальной квалиметрии // Депонированная рукопись в ИНИОН АН СССР, №13983 від 22.02.91. – М., 1991.
9. Цыба В. Т. Основы общей квалиметрии // Депонированная рукопись в ИНИОН АН СССР, №46991 від 8.09.92. – М., 1992.
10. Цыба В. Т. Основи теорії кваліметрії. – Київ, 1997.
11. Циба В. Т. Математичні основи соціологічних досліджень: кваліметричний підхід. – Київ, 2002.
12. Предмет // Філос. енциклопедический словарь. – М., 1983.

13. Кацнельсон С. Д. Содержание слова, значение и обозначение. – М.-Л., 1965.
14. Множество // Математическая энциклопедия. – М., 1982. – Т. 3.
15. Тюрин Н. И. Введение в метрологию. – М., 1985.
16. Калмык В. А. Многофакторная модель формирования квалификации рабочих // Количественные методы в социологии. – М., 1966. – Гл. XI.
17. Лебег А. Об измерении величин. – М., 1960.