

УДК 655.35

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ КВАЛІМЕТРІЇ ІНФОРМАЦІЇ

І. В. Огірко, М. Ф. Ясінський, О. І. Огірко, Л. М. Ясінська-Дамрі

Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

Під інформацією розуміємо ту частину знань, що використовується для орієнтування, активної дії, керування, з метою збереження, удосконалення, розвитку системи. Розглядається проблема кількісної оцінки в кваліметрії, а саме функція показника якості до показника, прийнятого за еталон. Інформація — це відомості про об'єкти і явища навколишнього середовища, їхні параметри, властивості та стани, які дають повноту знань. Для вирішення цієї проблеми використаний аналіз, який заснований на розгляді якості як системи. Водночас досліджуються споживчі якості, за якими аналізують придатність задовольняти потреби відповідно до призначення, і внутрішні споживчі якості — фізичні, що визначають якості структури взаємопов'язаних властивостей складових елементів. Оцінюється якість для вирішення задачі оптимізації якості об'єкта, досягнення найкращого співвідношення від використання і визначення ступеня оцінки заданому еталону. Використання методу експертних оцінок дало змогу отримати об'єктивну оцінку на основі певної сукупності індивідуальних думок експертів. Під час підготовки і проведення вимірювань враховували: об'єкт вимірювання; суб'єкт вимірювань; способи вимірювання; засоби вимірювання та умови вимірювання. Показано, що перед вимірюванням необхідно створити модель, котра в міру надходження вимірювальної інформації може мінятися і уточнюватися. Для встановлення впливу окремої категорії на якість використано дисперсійний аналіз.

Ключові слова: кваліметрія, модель, оцінювання, квалілогія, експертна оцінка, якість, критерій оцінювання, дисперсія.

Постановка проблеми. Інформація має різні значення залежно від контексту [1–5]. На інтуїтивному рівні інформація означає зміст того, про що отримувач довідався. Засоби масової інформації поширюють її, інформаційні технології переймаються її обробкою. Інформація існує у вигляді текстів, малюнків, креслень, фотографій, світлових або звукових сигналів, радіохвиль, електричних імпульсів, магнітних записів, жестів, запахів і відчуттів, за допомогою яких передаються в ознаки й властивості. Природа інформації виражається за допомогою мови — знакової системи, яка слугує засобом спілкування, мислення, висловлювання думки [3–6]. Мова може бути природною, що використовується у житті і слугує формою висловлення думок та засобом спілкування, а також штучною — мова математичної символіки, інформаційно-пошукова, алгоритмічна та інші мови. Предмети, процеси,

явища, розглянуті з погляду їхніх інформаційних властивостей, є інформаційними об'єктами. У техніці під інформацією розуміють повідомлення, передані у формі знаків і сигналів [4–8]. Теорія інформації вивчає процеси, пов'язані з передачею, прийомом, перетворенням і зберіганням інформації та розглядає інформацію як знання. Повідомлення — форма подання інформації у вигляді мови, текстів, жестів, зображень, цифрових даних, графіків, таблиць тощо. Інформаційне повідомлення (стаття в журналі, оголошення, лист, телеграма, довідка, розповідь, креслення, радіопередача тощо) може містити різну кількість інформації для людей — залежно від їхніх попередніх знань, від рівня розуміння цього повідомлення й інтересу до нього. Інформація — характеристика співвідношення між повідомленням і його споживачем [2–5]. Комп'ютерна обробка даних та інформації це деяка послідовність символічних позначень (букв, цифр, закодованих графічних образів та звуків тощо), що представлена в зрозумілому комп'ютеру виді. Кожен новий символ у такій послідовності символів збільшує інформаційний обсяг повідомлення. У рамках кваліметрії [1–6] вивчаються методологія і проблематика комплексної, кількісної оцінки якості об'єктів [1–3]. У кваліметрії є кілька підходів до кількісного оцінювання якості. Кваліметрія — це наука про показники якості та методи їх визначення.

Аналіз актуальних проблем кваліметрії та шляхів їх вирішення базується на таких принципах [4–7]:

1) якість це сукупність тільки тих властивостей об'єкта, які пов'язані з досягненням за його допомогою результату і які проявляються у процесі споживання об'єкта відповідно до його призначення;

2) складні та прості властивості можуть бути виміряні за допомогою абсолютного показника властивості Q_p ($I = 1, n$; n — кількість властивостей оцінюваного об'єкта). Отримані в результаті цього значення показника Q виражаються у специфічних для кожної властивості одиницях. Для вимірювань можуть використовуватися метрологічні, експертні та аналітичні методи [7–10];

3) властивості, що формують якість, утворюють ієрархічну структуру у вигляді дерева властивостей. Нижчий ярус цього дерева — це найскладніша властивість — якість об'єкта, а гілки вищого ярусу — це прості властивості;

4) для зіставлення різних властивостей, що вимірюються в різних шкалах, використовується відносний безрозмірний показник K_i , що відображає ступінь наближення абсолютного показника властивості Q_i до еталонного Q_i^{em} і бракувальному Q_i^{op} показниками, що характеризує рівні суспільних потреб. Відносний показник описується залежністю $K_i = f(Q, Q_i^{em}, Q_i^{op})$, яка у разі застосування спрощеного методу кваліметрії може бути представлена функцією [8–10]:

$$K_i = \frac{Q_i - Q_i^{op}}{Q_i^{em} - Q_i^{op}}; \quad (1)$$

5) для зіставлення за відносною важливістю всіх властивостей, що входять в дерево властивостей, використовуються безрозмірні коефіцієнти вагомості G_i . Для зручності приймається $0 < G_i < 1$, а $\sum_{i=1}^n G_i = 1$.

Значення коефіцієнтів вагомості визначаються із залученням різновидів експертного та аналітичного методів;

б) кількісна оцінка якості виражається за допомогою показника $K_K = \varphi(K_i, G_i, K_{ef})$. Функція φ може виражатися різними поліномами та ін. Під час застосування спрощеного методу кваліметрії ця функція дуже часто може бути виражена за допомогою формули [10]:

$$K_K = K_{ef} \sum_{i=1}^n K_i G_i; \quad (2)$$

7) якщо, крім якості об'єкта, необхідно враховувати витрати на його використання — так звані витрати, то замість показника якості K використовується показник інтегральної якості, визначення значень якого ґрунтується на тих самих принципах.

Алгоритм опрацювання мети та завдань експертної оцінки відбувається аналогічно, як при організації статистичного дослідження [1–5]. Однією з головних проблем K_K , яка вирішується емпірично, є розробка алгоритму перетворення параметрів об'єкта в показники його якості і пошук тієї сукупності показників, які утворюють якість. Для вирішення цієї проблеми може бути використаний аналіз, заснований на якості як системи. Оцінюють якість часто для вирішення задачі оптимізації якості, досягнення заданого еталону.

Мета статті. Кваліметрія об'єднує методи кількісної оцінки якості [2–4]. Основні завдання кваліметрії — обґрунтування показників якості, розробка методів визначення показників якості та їх оптимізації, побудови узагальнених показників якості та умов їх використання. У кваліметрії застосовуються сучасні математичні методи з теорії ймовірності та статистики, лінійного, нелінійного і динамічного програмування, теорії масового обслуговування, теорії ігор, теорії оптимального керування та теорії випадкових процесів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сукупність вимірів — це одне з понять теорії точності вимірювань [3–5]. Сукупність вимірів — ряд чисел, що є результатами вимірювань, які розглядаються в дискретному часі t , тобто в тій послідовності, в якій вони записані в журналі спостережень. Характеристики сукупності вимірів-розмах W ; одиниця вимірювання $[q]$; обсяг n вимірів; обсяг m множини вимірів; наповненість F ; добротність q .

У кваліметрії вживаються терміни «вимірювання» і «оцінка». Під кількісною оцінкою в кваліметрії розуміють функцію відношення показника якості до показника якості, прийнятої за еталон [1–3]. Кваліметрія показує, що її апаратом є всі види оцінок будь-якої розмірності, отримані різними способами.

Статистичні методи оцінювання якості. В експерименті значення досліджуваних величин змінюються у зв'язку зі зміною основних чинників. Дисперсійний аналіз використовує властивість адитивності дисперсії випадкової величини. Дисперсійний аналіз ефективний для вивчення кількох чинників. Спостереження слугує для одночасної оцінки всіх чинників та їх взаємодії. Дисперсійний аналіз полягає у виділенні й оцінюванні чинників, для досліджуваної випадкової величини. При цьому проводили розклад сумарної вибіркової дисперсії на складові

за незалежними чинниками [3–7]. Кожна з цих складових є оцінкою дисперсії генеральної сукупності.

Метод експертних оцінок. Метод експертних оцінок дав змогу отримати об'єктивну оцінку на основі повної сукупності індивідуальних думок експертів. Методика проведення експертної оцінки зводилася до виконання обов'язкових елементів, що визначають етапи її проведення [5–9]:

1. Виявлення необхідності щодо проведення експертної оцінки.
2. Складання плану і програми експертизи: формулювання мети та завдань експертної оцінки; розробка анкети, вибір способу оцінки компетентності експертів; формування правил проведення опитування експертів; формування методів обробки думок експертів.
3. Формування завдань для експертів та проведення експертної оцінки.
4. Групування, зведення та оформлення матеріалів експертизи.
5. Розрахунок статистичних показників: визначення відносних величин; розрахунок групових оцінок з врахуванням шкали вагомості експертів; визначення достовірності різниці поміж отриманими відносними чи середніми величинами [7–9]. Анкета в експертних методах — це організований набір запитань, відповіді на які розглядаються як інформація про ступінь впевненості експерта у ймовірності розвитку певної події чи відносної важливості аналізованої події.

Під час опрацювання анкет щодо експертизи:

1. Запитання та відповідь, які полягають у виборі одного із декількох сформульованих позицій. Експерт робить вибір шляхом вибору та підкреслення одного з варіантів думок, що позначені у запитанні.
2. Запитання, в якому експертові пропонується прийняти рішення щодо конкретної ситуації. Відповідь фіксується як наявність чи відсутність цієї дії.
3. Запитання, що потребує від експерта висловити думку щодо ймовірності ситуації в числовому вимірі.
4. Трактування результатів полягає в аналізі величин, які в подальшому проводять аналітики.
5. Є запитання, відповіді на які потрібно проставити в певному порядку згідно з їхньою значимістю.

Об'єктивний спосіб оцінки компетентності експерта містить [3–5]: документальний метод, який передбачає підбір експертів. Експерти повинні мати належний стаж роботи за спеціальністю та атестаційну категорію; експериментальний метод, який передбачає проведення перевірки ефективності експерта. При цьому здійснюється розрахунок надійності й точності оцінок експертів на основі їхньої діяльності. Взаємне оцінювання чи голосування передбачає аналіз характеристик, які були дані спеціалісту. Процедура оцінювання полягає в тому, що експерт визначає вагомість своєї оцінки за певним запитанням. Використовується 10-бальна шкала: від 0 — повністю некомпетентний до 10 — максимально компетентний. Експертам пропонується оцінити на їх думку ступінь впливу різних джерел інформації. Кваліметрія об'єднує методи кількісної оцінки якості [1–4]. Основні завдання кваліметрії — обґрунтування показників якості, розробка методів визначення

показників якості та їх оптимізації, принципи побудови узагальнених показників якості та умов їх використання у завданнях стандартизації й управління якістю.

Алгоритм обчислення якості [7–10] — це сукупність вимірів, що є одним з понять теорії точності вимірювань. У математичній статистиці окремі сукупності вимірів є вибірками. Сукупність вимірів — це ряд чисел, що є результатом вимірювань, які розглядаються в дискретному часі t , тобто в тій послідовності, в якій вони є в журналі спостережень. Характеристики сукупності вимірів розмах W ; одиниця вимірювання $[q]$; обсяг n вимірів; обсяг m множини вимірів; наповненість F ; добротність q . Математичне сподівання, середнє значення — одна з основних числових характеристик кожної числової змінної. Добротність сукупності вимірів q — це числова характеристика сукупності вимірів або іншого статистичного матеріалу, наприклад вибірок. Добротність сукупності вимірів — це відношення обсягу n сукупності вимірів до обсягу k повної або очікуваної у звичайній сукупності повної групи показників вимірів [10]:

$$q = \frac{n}{k}.$$

Обсяг k обчислюється за формулою:

$$k = \frac{W}{[q]} + 1,$$

де W — розмах значень вимірів; $[q]$ — одиниця вимірювання.

З урахуванням цієї залежності рівняння має такий вигляд:

$$q = \frac{n[q]}{W + [q]}.$$

Ймовірність середнього значення дорівнює ймовірності випадкової величини, в сукупності значень якої визначається це середнє значення, тобто

$$P(\mu) = P(X).$$

Стандартне відхилення використовують під час розрахунку стандартної похибки середнього арифметичного, для побудови довірчих інтервалів, статистичної перевірки гіпотез, виміру лінійного взаємозв'язку між випадковими величинами [6–9]. Під час підготовки і проведення високоточних вимірювань на практиці враховували вплив таких чинників: об'єкта вимірювання; суб'єкта вимірювань; способу вимірювання; засобу вимірювання та умов вимірювання. Перед вимірюванням створили модель, котра надалі в міру надходження вимірювальної інформації може мінятися і уточнюватися. Що повніше модель відповідає вимірюваному об'єкту, то точніший вимірювальний експеримент. Якщо вимірювання не вдається організувати так, щоб включити чинники впливу, то в покази засобів вимірювання вносять поправки. Якщо при багатократному вимірюванні однієї і тієї ж величини сталого розміру сумнівне значення результату вимірювання відрізняється від середнього значення більше ніж на 3σ , то з ймовірністю 0,997 воно є помилковим і його необхідно відкинути, — це правило 3-х сигм [1]. Правило 3-х сигм (3σ) — практично всі значення нормально розподіленої

випадкової величини лежать в інтервалі $\left[\bar{x} - 3\sigma; \bar{x} + 3\sigma \right]$. Точніше, не менш, ніж із 99,7 % достовірністю, значення нормально розподіленої випадкової величини є у вказаному інтервалі, за умови, що величина \bar{x} достеменно відома, а не отримана в результаті обробки вибірки. Якщо істинне значення величини невідоме, то потрібно користуватися не σ , а s . Отже, правило 3-х сигм перетвориться в правило трьох s . Вибіркові дисперсії s^2 , S^2 — це числові характеристики розсіювання значень випадкової вибірки, що є сукупністю результатів незалежних спостережень. Дисперсійний аналіз — статистичний метод аналізу результатів, які залежать від якісних ознак. Кожен чинник є дискретною чи неперервною випадковою змінною, яку розділяють на декілька сталих рівнів. Якщо кількість вимірювань на всіх рівнях кожного з чинників однакова, то дисперсійний аналіз є рівномірним, інакше — нерівномірним [4–7]. В основі дисперсійного аналізу лежить принцип: якщо на випадкову величину діють взаємно незалежні чинники A, B, \dots , то загальна дисперсія дорівнює сумі дисперсій, зумовлених дією окремо кожного з чинників: $\sigma^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \dots$. Складовою частиною реалізації оцінювання якості є визначення інтегральної оцінки якості та категорій з метою встановлення рангу якості однієї категорії відносно інших. Спочатку оцінювали комплексний вплив категорій на оцінку якості [3–5].

$$Q_k = \frac{\sum_{n=1}^k (K, U, D)}{k} \times 100\%,$$

де Q_k — інтегральна оцінка якості; k — число критеріїв оцінювання; K, U, D — категорії оцінювання. Рівняння дає змогу у відсотковому відношенні інтерпретувати якість на основі відповідних критеріїв. При цьому нормуються результати. Дослідження впливу факторів на змінність середніх величин є завданням дисперсійного аналізу. У дисперсійному аналізі використовували властивість адитивності дисперсії досліджуваної випадкової величини, зумовленої дією незалежних чинників [10]. Залежно від числа джерел дисперсії використовували однофакторний та багатофакторний дисперсійний аналіз.

Висновки. Поширення інформації — це оприлюднення її у пресі чи з використанням засобів масової інформації; поширення в мережі Інтернет чи з використанням засобів телекомунікаційного зв'язку; в публічних виступах, в електронних мережах; та демонстрація. Важливішим результатом теорії інформації є висновок, що можна вважати якісними особливостями інформації, а також порівняти кількість інформації, що отримуються в даних. Кількість інформації заснована на тім, що інформацію можна трактувати з погляду її новизни і зменшення невизначеності наших знань про об'єкт. Ці підходи використовують математичні поняття ймовірності. Цінність інформації визначається корисністю та здатністю її забезпечити суб'єкта необхідними умовами для досягнення поставленої мети. Достовірність інформації це здатність правдиво відобразити процеси та явища, що відбуваються. Така інформація містить істинні дані. Під безпомилковістю розуміємо дані, які не мають прихованих помилок. Випадкові

помилки в даних зумовлені ненавмисними спотвореннями змісту людиною чи збоями технічних засобів при переробці даних в інформаційній системі. Істинними розуміємо дані, зміст яких неможливо оскаржити або заперечити. Актуальність інформації це відповідати вимогам сьогодення. Під кількісною оцінкою в кваліметрії розуміємо функцію відношення показника якості до показника якості, прийнятої за еталон. Кваліметрія показує, що її апаратом є всі види оцінок будь-якої розмірності, отримані різними способами. Дисперсійний аналіз застосовували в різних формах залежно від структури об'єкта, який досліджували; вибір відповідної форми був головним в практичному застосуванні аналізу. Метод експертних оцінок дав змогу отримати об'єктивну оцінку на основі повної сукупності індивідуальних думок експертів. Алгоритм опрацювання мети та завдань експертної оцінки — аналогічний, як при організації статистичного дослідження. Під час підготовки і проведення високоточних вимірювань на практиці враховували вплив чинників: об'єкта вимірювання; суб'єкта вимірювань; способу вимірювали; засобу вимірювання та умов вимірювання. Перед вимірюванням ми створили модель досліджуваного об'єкта, котра надалі в міру надходження вимірювальної інформації мінялася і уточнювалася. Рівняння дало змогу у відсотковому відношенні інтерпретувати якість на основі відповідних критеріїв. Для встановлення впливу окремої категорії на якість використали дисперсійний аналіз. Відсоткова шкала рангувалася на 3 рівні прийнятності: від 0 % до 39 % — незадовільний рівень; від 40 % до 59 % — граничний рівень; від 60 % до 100 % — задовільний рівень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Куць В. Р., Столярчук П. Г., Друзюк В. М. Кваліметрія : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. 282 с.
2. Управління якістю. Сертифікація : навч. посіб. / Бичківський Р. В., Столярчук П. Г., Сопільник Л. І., Калинський О. О. Київ : Школа, 2005. 432 с.
3. Бебик В. Інформація. Політична енциклопедія / редкол.: Ю. Левенець (голова), Ю. Шаповал та ін. Київ : Парламентське видавництво, 2011. С. 300.
4. Партико З. В. Теорія масової інформації та комунікації. Львів : Афіша, 2008. 292 с.
5. Партыко З. В. Современная парадигма науки об информации — информологии. Научно-техническая информация. Сер. 2. 2009. № 11. С. 1–9.
6. Куць В. Р., Столярчук П. Г., Друзюк В. М. Кваліметрія : навч. посіб. / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2012. 256 с.
7. Циба В. Т. Основи теорії кваліметрії : навч. посіб. Київ : Інститут змісту і методів навчання МО України, 1997. 160 с.
8. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні : навч. посіб. для ВНЗ / Боженко Л. І. ; ред. Л. І. Крючкєвич. Львів : Світ, 2003. 328 с.
9. Огірко І. В. Математичні моделі квалілогії. Наукове видання. Квалілогія книги : ІХ Міжнародна науково-практична конференція (26 травня 2017 р., м. Львів). Львів : Укр. акад. друкарства, 2017. С. 79–82.

10. Інформаційні технології кваліметрії / Огірко І. В., Ясінський М. Ф., Ясінська-Дамрі Л. М., Огірко О. І. Комп'ютерні технології друкарства. 2019. № 2 (42). С. 89–99.

REFERENCES

1. Kuts, V. R., Stoliarchuk, P. H., & Druziuk, V. M. (2012). Kvalimertiiia. Lviv : Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki (in Ukrainian).
2. Bychkivskiyi, R. V., Stoliarchuk, P. H., Sopilnyk, L. I., & Kalynskiyi, O. O. (2005). Upravlinnia yakistiu. Sertyfikatsiia. Kyiv : Shkola (in Ukrainian).
3. Bebyk, V. (2011). Informatsiia. Politychna entsyklopediia / redkol.: Yu. Levenets (holova), Yu. Shapoval ta in. Kyiv : Parlamentske vydavnytstvo, 300 (in Ukrainian).
4. Partyko, Z. V. (2008). Teoriia masovoi informatsii ta komunikatsii. Lviv : Afisha (in Ukrainian).
5. Partyko, Z. V. (2009). Sovremennaja paradigma nauki ob informacii — informologii: Nauchno-tehnicheskaja informacija. Ser. 2, 11, 1–9 (in Russian).
6. Kuts, V. R., Stoliarchuk, P. H., & Druziuk, V. M. (2012). Kvalimetriia / M-vo osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy, Nats. un-t «Lviv. politekhnika». Lviv : Vyd-vo Lviv. politekhniki (in Ukrainian).
7. Tsyba, V. T. (1997). Osnovy teorii kvalimetrii. Kyiv : Instytut zmistu i metodiv navchannia MO Ukrainy (in Ukrainian).
8. Bozhenko, L. I. (2003). Standartyzatsiia, metrolohiia ta kvalimetriia u mashynobuduvanni / red. L. I. Kriuchkevych. Lviv : Svit (in Ukrainian).
9. Ohirko, I. V. (2017). Matematychni modeli kvalilohii. Naukove vydannia. Kvalilohiia knyhy : IX Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia (26 travnia 2017 r., m. Lviv). Lviv : Ukr. akad. druzarstva, 79–82 (in Ukrainian).
10. Ohirko, I. V., Yasinskyi, M. F., Yasinska-Damri, L. M., & Ohirko, O. I. (2019). Informatsiini tekhnolohii kvalimetrii: Komp'uterni tekhnolohii druzarstva, 2 (42), 89–99 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/2411-3611-2021-2-40-78-86

INFORMATION TECHNOLOGIES OF INFORMATION QUALIMETRY

I. V. Ogirko, M. F. Yasinsky, O. I. Ogirko, L. M. Yasinska-Damry

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
ogirko@gmail.com
yasinskyimf@ukr.net*

By information we mean the part of knowledge that is used for orientation, active action, management, in order to preserve, improve, develop the system. The problem of quantitative assessment in qualimetry is considered, namely the function of the quality indicator to the indicator taken as a standard. Information is the information about

objects and phenomena of the environment, their parameters, properties and state, which give completeness of knowledge. To solve this problem, an analysis based on the consideration of quality as a system is used. This examines the consumer qualities, which are judged on the suitability to meet the needs in accordance with the purpose, and the internal consumer qualities – the physical quality of the structure of the interrelated properties of the constituent elements. Quality is evaluated to solve the problem of optimizing the quality of the object, achieving the best ratio of use and determining the degree of evaluation of a given standard. Using the method of expert evaluations allows one to get an objective assessment based on a set of individual opinions of experts. During the preparation and conduct of measurements one takes into account: the object of measurement; subject of measurements; methods of measurement; measuring instruments and measuring conditions. It is shown that before the measurement it is necessary to create a model that can be changed and refined as the measurement information is received. Analysis of variance is used to determine the impact of a particular category on quality.

Keywords: *qualimetry, model, estimation, qualilology, expert estimation, quality, estimation criterion, variance.*

Стаття надійшла до редакції 21.09.2021.

Received 21.09.2021.