

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра якості, стандартизації, сертифікації та технологій
виготовлення матеріалів**

Е. С. Геворкян

ОСНОВИ КВАЛІМЕТРІЇ

Конспект лекцій

Харків – 2022

Геворкян Е. С. Основи кваліметрії: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 84 с.

У конспекті лекцій розглянуто питання мотивації, навчання кадрів, інженерного забезпечення якості продукції, створення нових конкурентоспроможних видів продукції. Визначено основні завдання, що стимулюють підприємства до підвищення досконалості, ділової активності та покращення якості продукції і послуг, розробки та сертифікації систем якості.

Іл. 5, табл. 1, бібліогр.: 3 назв.

Конспект лекцій рекомендовано для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 273 «Залізничний транспорт».

Конспект лекцій розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри якості, стандартизації, сертифікації та технології виготовлення матеріалів 23 листопада 2020 р., протокол № 14.

Рецензент

доц. В. Нерубацький

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Лекція 1. Предмет і завдання кваліметрії.....	5
Лекція 2. Властивості продукції.....	13
Лекція 3. Методи кваліметрії.....	31
Лекція 4. Комплексна оцінка та інтегральні показники якості продукції.....	46
Лекція 5. Актуальні проблеми кваліметрії.....	59
Лекція 6. Особливості оцінки якості послуг.....	71
Лекція 7. Деякі галузі застосування кваліметрії. Кваліметрія і технічний прогрес.....	78
Список літератури.....	84

ВСТУП

У наш час розвиток людської цивілізації досягнув такого рівня, на якому надзвичайно важливим, а в багатьох випадках і гострим, постає питання якості усіх видів продукції, створеної людиною. Тому в другій половині ХХ ст. була сформована нова наука про якість продукції – кваліметрія. Предметом цієї науки є властивості продуктів праці, їх співвідношення з потребами споживачів і можливостями виробництва. Кваліметрія вивчає суть і природу якості продукції, комплекс питань, пов'язаних з управлінням якістю продукції, теоретичні основи і практичні методи вимірювання і кількісної оцінки якості продукції, інформаційні аспекти виробництва і споживання продукції певної якості, економічні проблеми зміни якості продукції, соціологічні аспекти проблеми якості продукції.

З перелічених завдань одним з найважливіших є вимірювання і кількісна оцінка якості продукції. Адже кількісні оцінки необхідні для точної і об'єктивної характеристики окремих рис і якості продукції в цілому. Вони є обов'язковим елементом управління якістю. Щоб покращити якісні параметри, треба перш за все їх виміряти.

Ось чому проблема вимірювання і кількісної оцінки якості продукції є вузловою проблемою всієї науки про якість продукції. Тому цілком природно, що наука про кількісну оцінку якості – кваліметрія займає чільне місце в структурах забезпечення сучасного виробництва.

На сучасному етапі розвитку суспільства питанням якості надають дедалі більшого значення. Кількісні оцінки якості все більше і більше впроваджуються у різні сфери людської діяльності. Все частіше постають проблеми комплексної оцінки якості різного роду об'єктів (які не є продуктами праці), процесів та послуг. Можливості, які відкриваються кваліметрією в управлінні якістю, дозволяють успішно вирішувати низку важливих завдань: планування і прогнозування рівня якості продукції та його врахування у системах ціноутворення; вибір оптимального варіанта при створенні нової продукції; розроблення нормативно-технічної документації на нову продукцію; контроль якості продукції; стимулювання

працівників до підвищення якості продукції; атестація продукції і вивчення динаміки зміни якості з часом; обґрунтування правил експлуатації і нормативів запасних частин; звітність та інформація, що стосується якості продукції.

Якість є об'єктом планування і управління в державному масштабі. Оцінка якості є важливим фактором стабільної роботи підприємств, інструментом зменшення економічного ризику, допомагає прогнозувати конкурентоспроможність продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Разом з тим, забезпечення якості продукції (процесів, послуг) є можливим лише за умови високого рівня організації виробництва, відповідної кваліфікації персоналу, як з точки зору спеціальних знань, так і знань з методології забезпечення якості.

Трактування поняття якості є комплексним. Терміни та визначення державних стандартів ДСТУ 3230-95, ДСТУ 180 9000-2001 відповідають термінам і визначенням міжнародних стандартів 180 8402:1994 та 180 9000-2000. Кваліметрія і стандартизація дозволяють створювати кращі зразки виробів і забезпечують найефективнішу, оптимальну форму передачі споживачу інформації про їх якість.

ЛЕКЦІЯ 1. Предмет і завдання кваліметрії

- 1 Виникнення кваліметрії, що вивчає кваліметрія?
- 2 Якість продукції, кількісний опис якості продукції.
- 3 Роль ціноутворення в оцінці якості.
- 4 Ієрархічне дерево властивостей якості.
- 5 Відносний показник оцінки якості продукції.
- 6 Трансформація шкал вимірювання показників якості продукції.
- 7 Роль вагомості у вимірюванні якості продукції.

При вивченні і аналізі якості продукції необхідно насамперед визначити, що слід розуміти під терміном «якість», зокрема, «якість продукції».

Термін «якість» вживають у рамках двох зовсім різних галузей: по-перше, якість є однією з найважливіших категорій

філософії, по-друге – це важливе поняття сучасного виробництва і економіки. У даному посібнику будемо розглядати якість лише в другому, виробничо-економічному сенсі. У цьому розумінні якість спочатку розглядали як якусь одну домінуючу властивість, що найповніше характеризує предмет чи явище. При цьому всі інші властивості як менш важливі не брались до уваги. Хоча такий підхід зародився ще в сиву давнину, але і зараз у деяких випадках для спрощення завдань умовно абстрагуються від низки властивостей певних предметів чи процесів, і говорячи про їх якість, мають на увазі одну з головних властивостей. У загальному випадку, безперечно, при оцінці якості враховують не одну властивість, а їх сукупність, набір. І тут важливо для характеристики якості продукції з великої кількості властивостей виділити лише ті, які в даний момент найбільше цікавлять споживачів.

При детальному вивченні якості виникає необхідність її коректно враховувати, оцінювати, зіставляти з потребами. Цього досягають, порівнюючи властивості предметів з показниками, вказаними в технічній документації (стандартах, технічних умовах, паспортах, кресленнях тощо) [1].

У всіх галузях сучасного виробництва першочерговими є завдання підвищення якості продукції. Але для того щоб підвищити якість, необхідно перш за все вміти її кількісно описувати. Тому кількісна оцінка якості, в т. ч. методи комплексної оцінки, є першим і основним етапом системи управління якістю. Тісно пов'язане з об'єктивною оцінкою якості продукції питання ціноутворення. Ціна виражається в числовій формі і по суті є певною кількісною оцінкою якості. Важливою формою управління якістю продукції є її державна атестація, яка базується на об'єктивних і надійних методах оцінки якості.

Достовірна оцінка якості сучасної продукції має низку труднощів:

- сучасний споживач комплексно оцінює продукцію за великою кількістю показників, що вимагає їх правильної оцінки і вимірювання;
- сучасному споживачу пропонується велика кількість, часто декілька десятків і більше різновидів продукції одного призначення, що ускладнює вибір і порівняння якості;

➤ постійно скорочується період зміни моделей, асортиментів тощо, що суттєво ускладнює достовірну інформацію про якість;

➤ зросла вага негативних наслідків через неточну, помилкову оцінку якості.

Таким чином, об'єктивні умови сучасного виробництва і реалізації продукції постійно вимагають надійних методів оцінки якості як готової продукції, так і всіх етапів її виробництва.

У сучасному світі використовують велику кількість способів і методів кількісного вимірювання і оцінки якості різноманітних видів продукції. Наука, яка вивчає і поєднує ці способи та методи, систематизує і розвиває їх, називається **кваліметрією** (від латинського слова *qualitas* – якість, властивість і давньогрецького *metreon* – міряти, вимірювати). Кваліметрія – наукова галузь, яка вивчає і розробляє принципи та методи кількісної оцінки якості; встановлює кількісні закономірності формування різних показників якості продукції у галузях проектування, виготовлення та експлуатації; розкриває об'єктивні зв'язки між затратами на створення продуктів або виробів і корисним ефектом, який досягають внаслідок цих затрат. Термін «кваліметрія» лаконічно і точно передає зміст поняття «вимірювання якості» [2].

У кваліметрії оперують двома основними поняттями – вимірювання і оцінка. Під **вимірюванням** розуміють знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів. **Оцінювання** в кваліметрії використовують як диференційне (одиничне), так і комплексне, залежно від потреби.

Принципові засади кваліметрії. У різних країнах і в різних галузях виробництва існує багато методів і способів оцінки якості продукції. При всій їхній різноманітності існують суттєві особливості, притаманні всім цим методикам. Ці особливості відображають і формулюють основні принципи, на яких базується кваліметрія. Розглянемо детальніше ці принципи.

Принцип 1. Властивість i -го рівня визначається відповідними властивостями $(i + 1)$ -го рівня ($i = 0, 1, 2, \dots, m$).

Цей принцип передбачає аналіз якості як деякої ієрархічної сукупності властивостей, важливих для споживача даної

продукції. Для зручності розглядають якість як деяку узагальнену властивість продукції на найнижчому – нульовому рівні ієрархічної сукупності властивостей, а її складові, менш узагальнені властивості – на вищих – першому, другому, ..., m-му рівні ієрархії (рисунок 1.1).

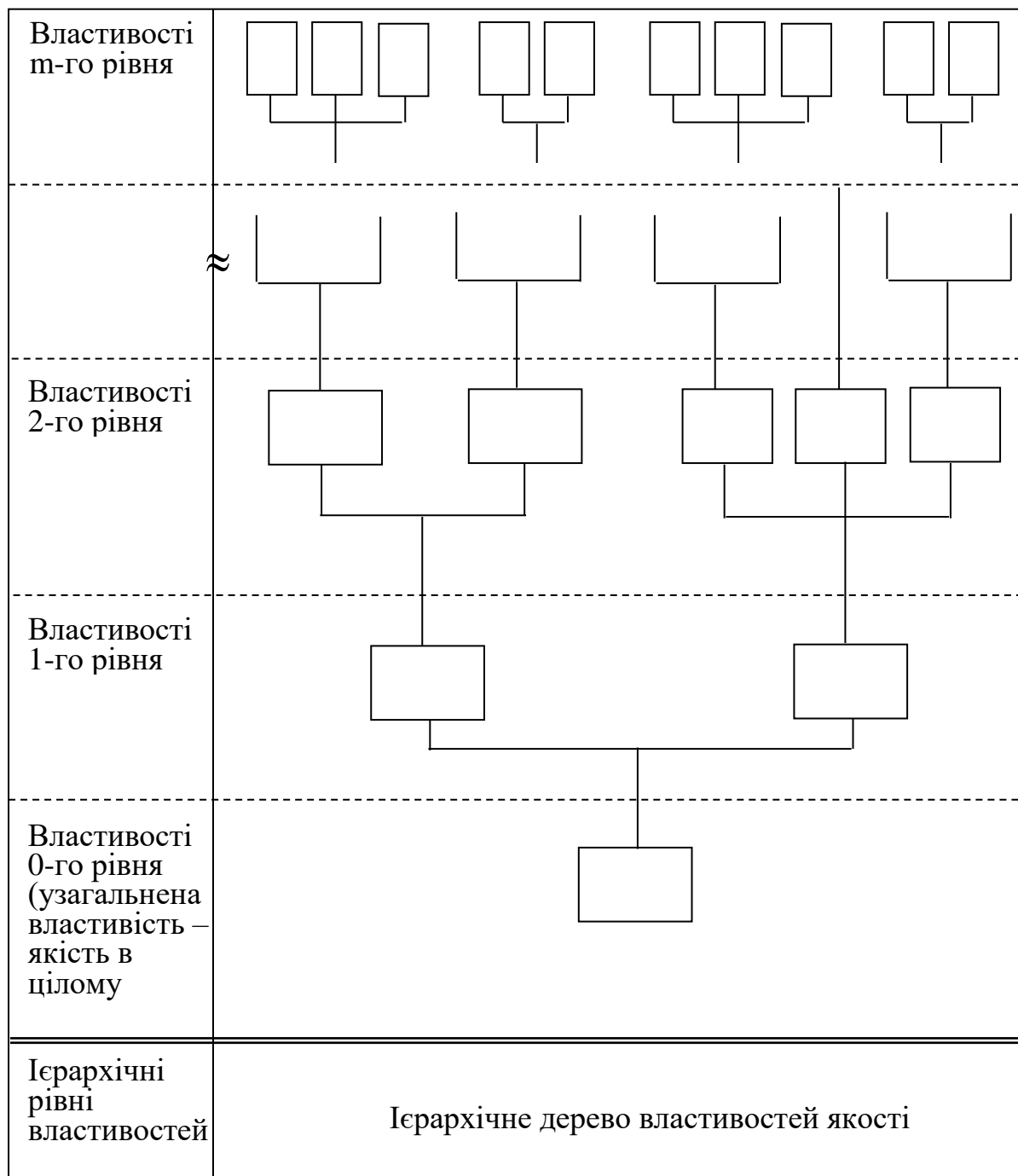


Рисунок 1.1 – Схематичне зображення ієрархічного дерева властивостей якості

Розглядаючи таке ієрархічне дерево властивостей, бажано піднятися до такого високого m – рівня аналізу, на якому знаходяться прості властивості, які вже не розкладаються на складові. Такі властивості продукції можуть бути простими лише в даний момент часу, на даному рівні розвитку і знань. З прогресом науки властивість, яка була раніше простою, може розкладатися на ще простіші, таким чином перейшовши на складніший рівень.

Принцип 2. Вимірювання окремих властивостей і самої якості в цілому повинно завершуватись розрахунком відносного показника оцінки якості K .

При розгляді цього принципу слід відзначити, що окремі властивості, які складають ієрархічну структуру якості шляхом вимірювань чи розрахунків, виражають числовими характеристиками P_{ij} – **абсолютними показниками** (j – кількість властивостей, що лежать на i -му рівні). Однак абсолютні показники ще нічого не говорять про властивість в порівнянні з іншими з точки зору «мало - багато», «добре - погано», «досить - не досить» і т. д. Тобто самі абсолютні показники ще не дають можливості оцінити властивість, визначити її рівень. Наприклад, якщо ресурс роботи якогось приладу складає 1000 год, то цього абсолютного показника ще не достатньо, щоб всесторонньо оцінити його довговічність. Для систем короткочасової дії (космічних, глибоководних тощо) такий термін цілком достатній, а для нормальних, не форс-мажорних технічних умов цього, звичайно, замало. Тому найчастіше кінцевим результатом кваліметричних розрахунків є не абсолютний показник P_{ij} , а **відносна оцінка** K_{ij} – функція двох абсолютних показників – вимірюваного P_{ij} і базового (еталонного) $P_{ij}^{баз}$

$$K_{ij} = f(P_{ij}, P_{ij}^{баз}). \quad (1.1)$$

У більшості методів K_{ij} є функцією відношення вказаних абсолютних показників

$$K_{ij} = \phi \left(\frac{P_{ij}}{P_{ij}^{баз}} \right). \quad (1.2)$$

Зрозуміло, що якщо значення P_{ij} є постійною характеристикою, іманентно притаманною кожній властивості, то значення $P_{ij}^{баз}$ залежить від вибраної для порівняння бази (еталона), тобто при одному постійному P_{ij} , можуть бути різні P_{ij} . Це означає, що оцінка K_{ij} будь-якої властивості залежить від вибору базового показника $P_{ij}^{баз}$, що підтверджує розглядуваний принцип кваліметрії.

Принцип 3. Оцінка якості K визначається в кваліметрії з точки зору не індивідуальної потреби кожної людини, а з точки зору суспільної потреби як середньої потреби його членів.

При розгляді попереднього принципу кваліметрії було зазначено, що якість оцінюють з точки зору певної потреби (в залежності від $P_{ij}^{баз}$). Є дві групи потреб: потреби кожного споживача окремо (індивідуальні), і усереднені потреби певної групи споживачів (суспільні, колективні). Якщо дотримуватись першої групи потреб, то для кожного продукту буде майже безконечна кількість (скільки є людей-споживачів) різних оцінок, що не узгоджується із серійним виробництвом. Тому якість прийнято оцінювати з точки зору суспільної потреби як усередненої потреби значної групи споживачів, про що і говорить третій принцип кваліметрії.

Принцип 4. Різні шкали вимірювання абсолютних показників властивостей якості P_{ij} повинні бути трансформовані в одну загальну шкалу.

З попередніх принципів відомо, що прості властивості якості мають свою специфічну шкалу вимірювань абсолютних показників P_{ij} і їх розмірність найчастіше виражена у фізичних одиницях вимірювань (штуки, метри, кілограми, секунди тощо). Зрозуміло, що для різних простих властивостей ці розмірності, як правило, різні. З ієрархічного древо властивостей якості (рисунок 1.1) випливає, що показник якості в цілому залежить від абсолютних показників простих властивостей P_{ij} . Таким чином, щоб розрахувати показник якості, необхідно звести разом показники простих властивостей P_{ij} . Безпосередньо це зробити неможливо, бо всі вони мають різну розмірність. Тому необхідно за допомогою спеціальних методик перевести всі прості властивості із шкал з різними розмірностями в шкалу з єдиною розмірністю, зокрема, в безрозмірну. Ця операція називається

трансформацією шкал, про що і говорить четвертий принцип кваліметрії.

Наприклад, для характеристики ступеня досконалості вимірювальних пристроїв використовують комплексний показник – енергетичний поріг чутливості

$$C = \gamma^2 Pt, \quad (1.3)$$

де γ – похибка вимірювального пристрою; P – споживна потужність; t – час встановлення результату.

Принцип 5. Кожна властивість якості визначається двома числовими параметрами – відносним показником K і вагомністю M .

У даному принципі враховується різна значимість, **вагомність** M окремих властивостей продукції. У ряді випадків розміри шкал відносних показників неоднакові для різних властивостей, і при цьому вже врахована їх різна вагомність. Але у більшості методик параметри K і M подаються окремо і незалежно один від одного. Правда, в деяких випадках вагомність взагалі не враховується, що можна розгляди, як частковий випадок $M_{ij} = const$.

Принцип 6. Сума вагомностей властивостей одного рівня є величина постійна

$$\sum_{j=1}^n M_{ij} = const. \quad (1.4)$$

У всіх методиках кваліметрії діє важливе правило: вагомності всіх властивостей одного рівня пов'язані між собою таким чином, що їхня сума завжди є постійним заданим числом. Ця сума може набувати різних значень, наприклад, 1, 18, 100 і т. д., залежно від вибору шкали вагомностей, але завжди залишається незмінною для вибраного рівня. Збільшення вагомності якоїсь однієї властивості може відбуватись лише за рахунок зменшення вагомності інших властивостей цього ж рівня.

Принцип 7. Вагомність і оцінка властивостей i -го рівня визначається вимогами зі сторони пов'язаної з ними властивості $(i - 1)$ -го рівня.

Цей принцип добре пояснюється рисунком 1.1. Якщо розглянути характеристики (тобто вагомності та оцінки) простих властивостей найвищого m -го рівня, то зрозуміло, що вони

визначаються властивостями нижчого на одиницю рівня, а ті у свою чергу – ще нижчого і так аж до узагальненої властивості – якості в цілому, про що і говорить даний принцип.

Набір наведених принципів є фундаментальною основою кількісної оцінки якості, але не виключає можливості існування якихось інших принципових засад.

Питання і завдання для самоконтролю і самостійної роботи

- 1 Охарактеризуйте передумови виникнення кваліметрії.
- 2 Що вивчає кваліметрія?
- 3 Значення кваліметрії на сучасному етапі розвитку суспільства.
- 4 Що розуміють під якістю продукції?
- 5 Для чого необхідний кількісний опис якості продукції?
- 6 Роль ціноутворення в оцінці якості.
- 7 Охарактеризуйте фактори, що ускладнюють оцінку якості сучасної продукції.
- 8 Опишіть походження терміну «кваліметрія».
- 9 Що розуміють під вимірюванням і оцінюванням?
- 10 У чому полягає основне завдання кваліметрії?
- 11 Які основні принципи лежать в основі кваліметрії?
- 12 У чому полягає принцип послідовних рівнів властивості продукції?
- 13 Зобразіть ієрархічне дерево властивостей якості.
- 14 Що називається абсолютним показником оцінки якості продукції?
- 15 Що таке відносний показник оцінки якості продукції?
- 16 Оцінка якості продукції за допомогою абсолютних та відносних показників.
- 17 У чому полягає суспільна роль принципу оцінки якості продукції?
- 18 Трансформація шкал вимірювання показників якості продукції.
- 19 Роль вагомості у вимірюванні якості продукції.

ЛЕКЦІЯ 2. Властивості продукції

- 1 Класифікація продукції народного господарства.
- 2 Промислові показники якості продукції.
- 3 Показники надійності і довговічності.
- 4 Трудомісткість виробництва.
- 5 Класифікація ергономічних показників якості.
- 6 Показники стандартизації та уніфікації.
- 7 Патентно-правові показники.

Класифікація промислової продукції. **Продукція** – результат діяльності чи процесів. Під продукцією розуміють упредметнений (матеріалізований) результат народногосподарської діяльності, призначений для задоволення певних потреб.

Продукцію народного господарства можна поділити на **два класи**, які містять **п'ять груп**. Класифікація продукції народного господарства наведена на рисунку 2.1.

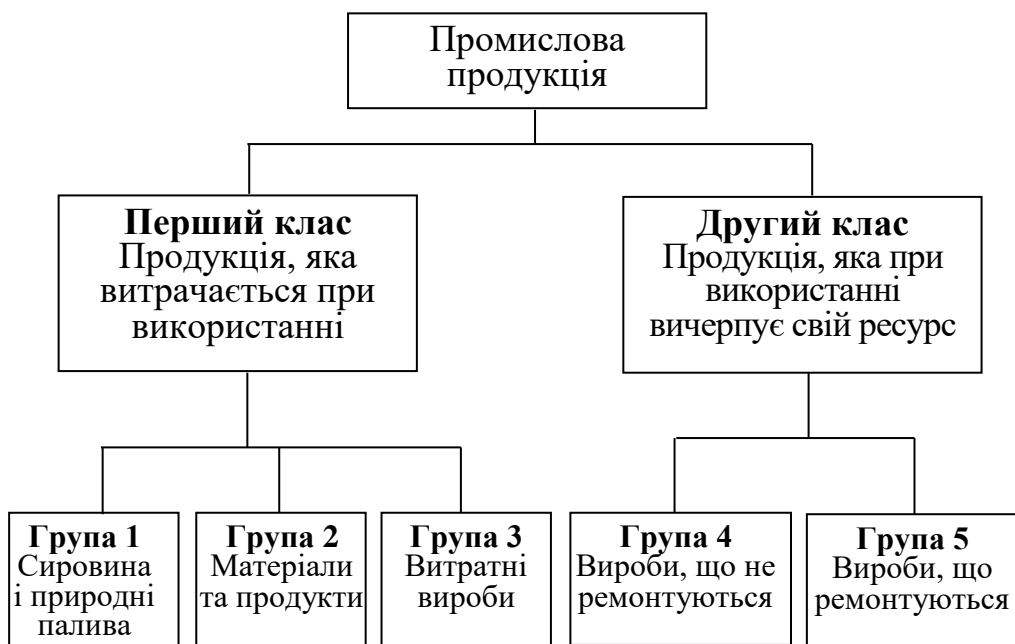


Рисунок 2.1 – Схема класифікації продукції

Продукцію першого класу витрачають за призначенням у процесі використання. При цьому відбувається незворотний процес переробки (сировини, матеріалів, напівфабрикатів),

спалювання (палива), засвоєння живими організмами (харчові продукти, добрива) тощо, а також, в окремих випадках, може частково відбуватись зворотний процес (при рекуперації і регенерації).

З використанням **продукції другого класу** вичерпується її ресурс. При цьому продукцію використовують до технічного або морального зношування.

До **групи 1** належать: всі корисні копалини (руди та їх концентрати), природне рідке та газоподібне паливо, натуральні будівельні та декоративні матеріали, дорогоцінні мінерали, інші неметалічні матеріали тощо.

До **групи 2** належать: штучне паливо, мастила та оливи, металеві заготовки, прокат, дріт, різноманітні хімічні продукти, матеріали для текстильної та легкої промисловості, хутрові матеріали, будівельні матеріали, целюлозно-паперові і лісоматеріали, електро-радіотехнічні матеріали, кіно- та фотоматеріали, медичні препарати та харчові продукти, крім тих, що входять у групу 3 і т. п.

До **групи 3** належать: кондитерські вироби, аптекарські та парфюмерно-косметичні товари в промисловій упаковці, консерви в банках, рідке паливо в бочках, гази в балонах, нитки, дроти, кабелі в котушках і т. п.

До **групи 4** належать: електровакуумні та напівпровідникові прилади, резистори, конденсатори, гайки, болти, осі, колеса, шестерні, цеглини, керамічна плитка тощо.

До **групи 5** належать: автоматичні лінії та автоматизовані комплекси, технологічне обладнання різних галузей промисловості, сільськогосподарські машини, транспортні машини і засоби, вимірювальні прилади, засоби автоматизації та радіоелектроніки, системи керування, кіно- та фотоапаратура, музичні та побутові прилади та апарати, хутрові вироби, швейні та трикотажні вироби, меблі тощо.

Номенклатура показників якості продукції. Залежно від мети оцінювання рівня якості продукції використовують такі основні види показників:

1 Показники призначення характеризують корисний ефект від використання продукції за призначенням і визначають галузь її застосування.

2 Показники надійності та довговічності характеризують властивості надійності та довговічності виробів у конкретних умовах їх використання.

3 Показники технологічності характеризують ефективність конструктивно-технологічних рішень для забезпечення високої продуктивності праці при виготовленні та ремонті продукції.

4 Ергономічні показники характеризують систему «людина – виріб – середовище» і враховують комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних, психофізіологічних і психологічних властивостей людини, які проявляються у виробничих і побутових процесах.

5 Естетичні показники характеризують естетичні властивості продукції: виразність, оригінальність, гармонійність, цілісність, відповідність середовищу і стилю та ін.

6 Показники стандартизації та уніфікації характеризують ступінь використання в продукції стандартизованих виробів і рівень уніфікації складових частин виробу.

7 Патентно-правові показники характеризують ступінь патентного захисту виробу в Україні та за кордоном, а також його патентну чистоту.

8 Економічні показники відображають витрати на розроблення, виготовлення та експлуатацію або споживання продукції, а також економічну ефективність експлуатації.

Кожній групі продукції відповідає певна сукупність видів показників, яка обумовлює рівень її якості і не збігається з сукупністю, властивою будь-якій іншій групі продукції (див. рисунок 2.1).

Наприклад, до продукції групи 1 можна застосувати показники призначення, технологічності та збережаності (які входять у групу показників надійності та довговічності), оскільки її корисні властивості можуть втрачатися при зберіганні та транспортуванні, і не можуть бути застосовані показники ергономічності, стандартизації та уніфікації, патентно-правового захисту.

До групи 2 прийнятні ті самі показники, що і до продукції групи 1. Крім того, деяка частина продукції групи 2 патентоспроможна (палива з оригінальними присадками, рецептурний склад складних продуктів і матеріалів та ін.)

До продукції групи 3 прийнятні показники призначення, технологічності, естетичності, патентно-правові, ергономічні, частково показники надійності і довговічності, показники стандартизації та уніфікації.

До продукції групи 4 прийнятні всі види показників якості, крім показників ремонтпридатності.

До продукції групи 5 прийнятні всі види показників якості.

Нижче подана детальніша характеристика основних видів показників якості продукції.

Показники призначення. Показники призначення відіграють основну роль для оцінювання **рівня якості**. Результат оцінювання залежить від правильності вибору номенклатури показників призначення, а також від обґрунтованості та точності методів визначення їх чисельних значень.

Для оцінювання рівня якості продукції показники призначення повинні застосовуватися сумісно з показниками інших видів.

Вибір номенклатури показників призначення здійснюється з урахуванням:

- мети оцінки, тобто обсягу питань, на які бажано одержати обґрунтовані відповіді на основі аналізу результатів кількісної оцінки якості;

- призначення продукції;

- умов передбачуваного використання продукції.

Для продукції, зміна властивостей якої залежить від її складу та структури (сировина, паливо, продукція хімічної промисловості та ін.), показниками призначення є показники, що характеризують зміст хімічних сполук або структурних груп:

- для кислот – концентрація, процентний вміст різних домішок;

- для нафти – процентний вміст вуглеводнів жирогого і ароматичного ряду, вміст сірки та інших домішок;

- для сплавів – процентний вміст компонентів (легуючих домішок);

- для харчових продуктів – процентний вміст солі, цукру, жиру тощо.

Для виробів машинобудування, приладобудування електротехніки та ін. показниками призначення є показники, що характеризують корисну роботу, яку виріб здійснює або яку можна здійснити за допомогою цього виробу:

- для конвеєрів різних типів – продуктивність, довжина транспортування, висота транспортування;

- для вимірювальних приладів – точність, границі вимірювань;

- для металообробних станків – продуктивність, точність.

Загалом можна виділити такі **групи показників призначення:**

- 1) класифікаційні;
- 2) конструктивні;
- 3) складу і структури;
- 4) технічної досконалості;
- 5) транспортабельності.

Прикладами показників транспортабельності можуть служити маса, габарити виробу, середня тривалість підготовки до транспортування, матеріалоємність транспортної упаковки, середні затрати енергоресурсів транспорту, необхідних для переміщення одиниці продукції на певну віддаль та ін.

Показники надійності і довговічності. Надійність є однією з основних властивостей промислової продукції, яка закладається на стадії розроблення, забезпечується на стадії виробництва і підтримується на стадії експлуатації.

Надійність виробу – це складна властивість, яка складається з трьох окремих властивостей: безвідмовності, ремонтпридатності, збереженості і залежить від довговічності складових частин виробу.

До показників **безвідмовності** відносять ймовірність безвідмовної роботи, середнє напрацювання до першої відмови, напрацювання на відмову, інтенсивність відмов, параметр потоку відмов, гарантійне напрацювання.

До показників **ремонтпридатності** відносять ймовірність відновлення в заданий час, середній час відновлення, інтенсивність відновлення, середню трудомісткість технічного обслуговування, питому трудомісткість технічного обслуговування, середню трудомісткість ремонтів, питому трудомісткість ремонтів, показники середньої і відносної вартості технічного обслуговування та ремонтів.

До показників **збережуваності** відносять термін збережуваності, середній термін збережуваності, гамма-процентний термін збережуваності, медіанний термін збережуваності.

Показниками **довговічності** є гамма-процентний термін служби, ресурс, гамма-процентний ресурс, призначений ресурс, середній термін служби, медіанний термін служби, термін служби до першого капітального ремонту, міжремонтний термін служби, термін служби до списання, середній ресурс, медіанний ресурс, ресурс до першого капітального ремонту, міжремонтний ресурс, сумарний ресурс.

Комплексні показники надійності характеризують надійність як складну властивість, що визначається комбінацією простих властивостей. Такими показниками є, наприклад, коефіцієнт готовності, коефіцієнт технічного використання, ймовірність безвідмовного функціонування.

Показники технологічності. До основних показників технологічності промислової продукції відносять: коефіцієнт збірності виробу, коефіцієнт використання раціональних матеріалів тощо.

В окремих випадках технологічність продукції можна оцінити питомими показниками трудомісткості виробництва та металоємності продукції. Технологічність конструкції виробу характеризують також показниками стандартизації та уніфікації.

Коефіцієнт збірності виробу характеризує простоту монтажу виробу і визначає частку конструктивних елементів, які входять у специфіковані блоки, в загальному числі елементів, які входять безпосередньо в склад виробу.

Коефіцієнт збірності виробу обчислюють за формулою

$$K_{зб} = \frac{Q_{зб}}{Q_{зб.з}} = 1 - \frac{\bar{Q}_{зб}}{Q_{зб.з}}, \quad (2.1)$$

де $Q_{зб}$ – кількість специфікованих складових частин виробу; $Q_{зб.з}$ – загальна кількість складових частин виробу; $\bar{Q}_{зб}$ – кількість неспецифікованих складових частин виробу.

$\bar{Q}_{зб}$ і $Q_{зб.з}$ визначають на основі даних про склад виробу, які містяться в його специфікації. Загальні дані для цілого виробу

$$Q_{зб.з} = Q_{зб} + \bar{Q}_{зб}. \quad (2.2)$$

Аналогічно визначають коефіцієнт збірності за масою або вартістю

$$K_{зб}^M = 1 - \frac{\bar{Q}_{зб}^M}{Q_{зб}^M}, \quad K_{зб}^B = 1 - \frac{\bar{C}_{зб}}{C_{зб.з}}, \quad (2.3)$$

де $\bar{Q}_{зб}^M$, $\bar{C}_{зб}$ – відповідно сумарна маса і сумарна вартість неспецифікованих складових частин виробу; $Q_{зб.з}^M$, $C_{зб.з}$ – відповідно загальна маса і загальна вартість виробу.

Коефіцієнт використання раціональних матеріалів визначають у випадку, коли в конструкції виробу доцільно в технічному та економічному відношеннях максимально використовувати окремі види матеріалів, наприклад, алюмінієві сплави, полімерні матеріали, сортовий прокат, гнуті профілі і т. п.

Коефіцієнт використання матеріалу обчислюють за формулою

$$K_{в.м} = \frac{Q_M}{Q_{вир}}, \quad (2.4)$$

де $Q_{вир}$ – загальна маса виробу; Q_M – сумарна маса матеріалу у виробі, яку визначають за формулою

$$Q_M = Q_{дет}^B + Q_M^B, \quad (2.5)$$

де $Q_{дет}^B$ – дані, записані в кресленнях деталей, виготовлених з матеріалу, що розглядається, та які входять у склад виробу і всіх його специфікованих складових частин; Q_M^B – дані, записані в

розділі «Матеріали» специфікації виробів та специфікацій його складових частин.

Трудомісткість виробництва продукції визначається кількістю часу, затраченого на виготовлення одиниці продукції, та виражається для промислових виробів у нормо-годинах. **Питома трудомісткість** визначається як відношення величини загальної трудомісткості виробництва (T) до основного параметра продукції (B)

$$q_T = \frac{T}{B}. \quad (2.6)$$

Питома матеріалоемність визначається як відношення маси готової продукції (M) до її основного параметра (B)

$$q_M = \frac{M}{B}. \quad (2.7)$$

Для визначення питомої трудомісткості та питомої матеріалоемності за основний параметр беруть призначення продукції.

Ергономічні показники. Ергономічні показники якості використовують для визначення відповідності виробу ергономічним вимогам, які відносяться, наприклад, до розмірів, форми, кольору виробу та елементів його конструкції, до взаємного розміщення елементів конструкції і т. п. **Ергономічні показники якості** охоплюють всю сукупність факторів, які впливають на працюючу людину і виріб, що експлуатується. Зокрема, при вивченні робочого місця беруть до уваги не тільки робочу позу людини та її рухи, дихальні функції, сприйняття, мислення, пам'ять, але і розміри сидіння, параметри інструментів, засобів передачі інформації та ін.

Ергономічні показники класифікують за такими групами:

1 Гігієнічні – показники, які використовують для визначення відповідності виробу гігієнічним умовам життєдіяльності і працездатності людини при взаємодії її з виробом.

2 Антропометричні – показники, які використовують для визначення відповідності виробу розмірам і формам людського тіла (чи окремих його частин).

3 Фізіологічні й психофізіологічні – показники, які використовують для визначення відповідності виробу фізіологічним властивостям людини і особливостям функціонування її органів чуття.

4 Психологічні – показники, які використовують для визначення відповідності виробу психологічним особливостям людини, що відображаються в інженерно-психологічних вимогах, вимогах психології праці та загальної психології, які ставляться до промислових виробів.

Для оцінки якості виробів застосовують типову номенклатуру ергономічних показників.

У групу гігієнічних показників входять такі показники: рівня освітленості; температури; вологості; тиску; напруженості магнітного і електричного полів; запыленості; плинності; шуму; вібрації; перевантаження (прискорення).

У групу антропометричних показників входять такі показники: відповідності конструкції виробу розмірам тіла і його окремих частин; відповідності конструкції виробу формі тіла і його окремих частин, що входять у контакт з виробом; відповідності конструкції виробу розподілу маси людини.

У групу фізіологічних і психофізіологічних показників входять такі показники: відповідності конструкції виробу силовим можливостям людини; відповідності конструкції виробу швидкісним можливостям людини; відповідності конструкції виробу (розміру, форми, яскравості, контрасту, кольору та просторового розміщення об'єкта спостереження) зоровим психофізіологічним можливостям людини; відповідності конструкції виробу, що містить джерело звукової інформації, слуховим психофізіологічним можливостям людини; відповідності виробу (форми і розміщення виробу і його елементів) можливостям людини у сприйнятті на дотик; відповідності виробу здатності людини до сприйняття смаку і запаху.

До групи психологічних показників входять такі показники: відповідності виробу здатності сприйняття та обробки

інформації; відповідності виробу навичкам людини (з урахуванням легкості й швидкості їх формування) при користуванні виробом.

Для оцінки якості продукції за допомогою ергономічних показників необхідно в промислових виробках виділяти елементи, які впливають на працездатність, продуктивність і втомлюваність людини. Рівень ергономічності показників визначається експертами-ергономістами, які спеціалізуються у відповідній галузі промисловості, за розробленою спеціальною шкалою оцінок у балах.

Показники стандартизації та уніфікації. Стандартизація та уніфікація передбачає раціональне скорочення кількості типорозмірів складових частин у виробках, які проектують і виготовляють.

Ступінь стандартизації та уніфікації виробу характеризують конкретними числовими показниками (коефіцієнти застосування і повторюваності, вартісні коефіцієнти), які враховують кількість типорозмірів складових частин, кількість складових частин у штуках, а також вартість виготовлення виробу і його складових частин.

Показники стандартизації та уніфікації необхідно розраховувати на однаковому рівні (на рівні деталей, збірних одиниць, вузлів, агрегатів, блоків, модулів) для однотипних виробів.

Для поділу складових частин виробу групи прийнято відносити:

а) до **стандартизованих** – складові частини виробу, які випускають за державними або галузевими стандартами;

б) до **уніфікованих**:

- складові частини виробу, які випускають за стандартами підприємства, якщо підприємство є головним у галузі і якщо їх використовують хоча б у двох різних виробках, які випускає це або суміжне підприємство;

- складові частини виробу, які не виготовляють на підприємстві, а поставляють йому в готовому вигляді як комплектуючі складові частини;

- запозичені складові частини виробу, тобто раніше спроектовані як оригінальні для конкретного виробу і застосовані у двох або більше виробках;

в) до **оригінальних** – складові частини виробу, які розроблені тільки для цього виробу.

Для підрахунку коефіцієнтів застосування і повторюваності, вартісних коефіцієнтів на рівні деталей із загальної кількості деталей виробу виключаються: кріпильні деталі; деталі, які виготовляють без креслення різанням стандартних фасонних профілів під прямим кутом; деталі тари для пакування та укладання.

Коефіцієнти застосування характеризують ступінь насиченості виробу стандартизованими і уніфікованими складовими частинами. Розрізняють коефіцієнт застосування за типорозміром і коефіцієнт застосування за складовими частинами виробу.

Коефіцієнт застосування за типорозміром у процентах обчислюють за формулою

$$K_3 = \frac{\sum_{заг} - \sum_0}{\sum_{заг}} \cdot 100\% , \quad (2.8)$$

$$\sum_{заг} = \sum_{ст} + \sum_y + \sum_0 , \quad (2.9)$$

де $\sum_{заг}$ – загальна кількість типорозмірів складових частин виробу; $\sum_{ст}$ – кількість типорозмірів стандартизованих складових частин виробу; \sum_y – кількість типорозмірів уніфікованих складових частин виробу; \sum_0 – кількість типорозмірів оригінальних складових частин виробу.

Коефіцієнт застосування за складовими частинами виробу у процентах обчислюють за формулою

$$K_3 = \frac{\sum_{заг.ум} - \sum_{0.ум}}{\sum_{заг.ум}} \cdot 100\% , \quad (2.10)$$

$$\sum_{заг.ум} = \sum_{ст.ум} + \sum_{y.ум} + \sum_{0.ум} , \quad (2.11)$$

де $\sum_{заг.шт}$ – загальна кількість складових частин, які входять у виріб; $\sum_{ст.шт}$ – кількість стандартизованих складових частин у штуках; $\sum_{у.шт}$ – кількість уніфікованих складових частин у штуках; $\sum_{0.шт}$ – кількість оригінальних складових частин у штуках.

Поряд з коефіцієнтами застосування за типорозмірами (K_3) і складовими частинами ($K_{3,шт}$), що враховують сумарно стандартизовані та уніфіковані складові частини, які входять у виріб, можна визначати коефіцієнти застосування окремо або тільки за стандартизованими, або тільки за уніфікованими складовими частинами.

Коефіцієнт застосування за типорозміром стандартизованих складових частин обчислюють за формулою

$$K_{3,ст} = \frac{\sum_{ст}}{\sum_{заг}} \cdot 100\% , \quad (2.12)$$

де $\sum_{заг}$ – загальна кількість типорозмірів складових частин виробу; $\sum_{ст}$ – кількість типорозмірів стандартизованих складових частин виробу.

Відповідно коефіцієнт застосування за типорозміром уніфікованих складових частин ($K_{3,у}$) обчислюють за формулою

$$K_{3,у} = \frac{\sum_{у}}{\sum_{заг}} \cdot 100\% \quad (2.13)$$

де $\sum_{заг}$ – загальна кількість типорозмірів складових частин виробу; $\sum_{у}$ – кількість типорозмірів уніфікованих складових частин виробу, що входять у виріб.

Коефіцієнт застосування за стандартизованими складовими частинами ($K_{3,ст.шт}$) обчислюють за формулою

$$K_{з.ст.ум} = \frac{\sum_{ст.ум}}{\sum_{заг.ум}} \cdot 100\% , \quad (2.14)$$

де $\sum_{заг.ум}$ – загальна кількість складових частин виробу; $\sum_{ст.ум}$ – кількість стандартизованих складових частин виробу.

Коефіцієнт застосування за уніфікованими складовими частинами обчислюють за формулою

$$K_{з.у.ум} = \frac{\sum_{у.ум}}{\sum_{заг.ум}} \cdot 100\% , \quad (2.15)$$

де $\sum_{заг.ум}$ – загальна кількість складових частин, що входять у виріб; $\sum_{у.ум}$ – кількість уніфікованих складових частин, що входять у виріб.

Вартісні коефіцієнти. Вартісний коефіцієнт застосування (K_B) у процентах обчислюють за формулою

$$K_B = \frac{\sum C_{заг} - \sum C_0}{\sum C_{заг}} \cdot 100\% , \quad (2.16)$$

де $\sum C_{заг}$ – вартість виробу в цілому; $\sum C_0$ – вартість складових частин виробу, що входять до оригінальних типорозмірів.

Поряд із вартісним коефіцієнтом застосування, який ураховує сумарну вартість стандартизованих і уніфікованих складових частин, можна визначати вартісні коефіцієнти, що враховують окремо вартість або тільки стандартизованих, або тільки уніфікованих складових частин.

Вартісний коефіцієнт за стандартизованими складовими частинами ($K_{в.ст}$) обчислюють за формулою

$$K_{в.ст} = \frac{\sum C_{ст}}{\sum C_{заг}} \cdot 100\% , \quad (2.17)$$

де $\sum C_{cm}$ – вартість стандартизованих складових частин, що входять у виріб; $\sum C_{заг}$ – вартість виробу в цілому.

Вартісний коефіцієнт за уніфікованими складовими частинами ($K_{в.у}$) обчислюють за формулою

$$K_{в.у} = \frac{\sum C_y}{\sum C_{заг}} \cdot 100\%, \quad (2.18)$$

де $\sum C_y$ – вартість уніфікованих складових частин, що входять у виріб; $\sum C_{заг}$ – вартість виробу в цілому.

Коефіцієнт повторюваності характеризує ступінь уніфікації складових частин у виробі та може виражатися безрозмірною величиною або у процентах.

Коефіцієнт повторюваності (K_n) обчислюють за формулою

$$K_n = \frac{\sum_{заг.шт} - 1}{\sum_{заг.} - 1} \cdot 100\%, \quad (2.19)$$

де $\sum_{заг.шт}$ – загальна кількість складових частин, що входять у виріб; $\sum_{заг.}$ – загальна кількість типорозмірів складових частин у виробі.

У цьому разі коефіцієнт повторюваності (K_n) виражається числом, яке дорівнює або більше за одиницю.

Коефіцієнт повторюваності, виражений у процентах, обчислюють за формулою

$$K_n = \left(\frac{\sum_{заг} - 1}{\sum_{заг.шт} - 1} \right) \cdot 100\%, \quad (2.20)$$

де $\sum_{заг.}$ – загальна кількість типорозмірів складових частин у виробі; $\sum_{заг.шт}$ – загальна кількість складових частин, що входять у виріб.

Якщо число типорозмірів складових частин ($\sum_{заг.}$) дорівнює числу складових частин ($\sum_{заг.ум}$), тоді коефіцієнт повторюваності (K_n) дорівнює нулю. Якщо ж у виробі є всього один типорозмір, тоді коефіцієнт дорівнює 100 %.

Патентно-правові показники. Патентно-правовий рівень промислового виробу оцінюють за допомогою двох безрозмірних показників: **показника патентного захисту і показника патентної чистоти.**

Рівень якості виробів треба оцінювати з урахуванням даних щодо їх патентного захисту і патентної чистоти. При цьому необхідно враховувати ступінь вагомості (значимості) технічних рішень, захищених авторськими свідоцтвами та патентами.

Для визначення показника патентного захисту і показника патентної чистоти необхідно враховувати:

- використання у виробі вітчизняних винаходів, захищених охоронними документами;
- ступінь вагомості цих винаходів для виробу з точки зору виконання його основних або допоміжних функцій;
- ступінь і час інформованості про технічні рішення, які закладені у виріб;
- наявність патентної чистоти виробу (включаючи винаходи, промислові зразки і товарні знаки) для виробу в цілому.

Показники патентного захисту і патентної чистоти, як правило, визначаються зіставленням кількості складових частин і елементів, захищених авторськими свідоцтвами і патентами, із загальним числом складових частин, що входять у виріб.

Крім того, в окремих випадках показник патентної чистоти можна визначити з урахуванням вартості складових частин і елементів, що входять у виріб, захищених авторськими свідоцтвами і патентами.

Показник патентного захисту характеризує кількість і вагомість нових вітчизняних винаходів, реалізованих у виробі (у тому числі і створених при його розробці).

Показник патентного захисту обчислюють за формулою

$$P_{п.з} = P'_{п.з} + P''_{п.з}, \quad (2.21)$$

де $\Pi'_{П.3}$ – показник патентного захисту виробу патентами в Україні; $\Pi''_{П.3}$ – показник патентного захисту виробу патентами за кордоном.

Залежно від призначення і характеру виробу всі його складові частини і елементи можна поділити на різні групи значимості, наприклад, на дві групи (основні і допоміжні) або на три групи (особливо важливі, основні і допоміжні).

Виходячи з цих даних показник патентного захисту виробу в Україні обчислюють за формулою

$$\Pi'_{П.3} = \frac{\sum_{i=1}^s k'_i \cdot N'_i}{N}, \quad (2.22)$$

де k'_1, k'_2, \dots, k'_s – коефіцієнти вагомості складових частин, захищених патентами в Україні, за групами значимості; N'_1, N'_2, \dots, N'_s – кількість складових частин, захищених патентами в Україні, за групами значимості; N – загальна кількість складових частин у виробі; S – число груп значимості.

Показник патентного захисту виробу патентами за кордоном

$$\Pi''_{П.3} = \frac{m \cdot \sum_{i=1}^s k''_i \cdot N''_i}{N}, \quad (2.23)$$

де m – коефіцієнт вагомості, який залежить від числа країн, в яких одержані патенти, і важливості цих країн для експорту виробу або продажу ліцензії; $k''_1, k''_2, \dots, k''_s$ – коефіцієнти вагомості складових частин, захищених патентами за кордоном, за групами значимості; $N''_1, N''_2, \dots, N''_s$ – кількість складових частин, захищених патентами за кордоном, за групами значимості; N – загальна кількість складових частин у виробі; S – число груп значимості.

Коефіцієнт вагомості k'_i, k''_i, m визначають, як правило, експертним шляхом.

Якщо будь-який елемент i -го виробу одночасно захищений патентом в Україні і патентом за кордоном, то $k'_i = k''_i$.

Аналогічно враховують елементи технічної естетики (промислові зразки) і товарні знаки, які мають високий ступінь впливу на конкурентоспроможність виробу на зовнішньому ринку.

Показник патентної чистоти характеризує можливість безперешкодної реалізації виробу як в Україні, так і за кордоном.

Виріб є патентно чистим, якщо він не містить технічних рішень, що підпадають під дію зареєстрованих патентів, промислових зразків і товарних знаків щодо даної країни.

Показник патентної чистоти виробу обчислюють за формулою

$$P_{пч} = \frac{N - \sum_{i=1}^s k_i \cdot N_i}{N}, \quad (2.24)$$

де k_1, k_2, \dots, k_s – коефіцієнти вагомості складових частин, які підпадають під дію патентів за групами значимості; N_1, N_2, \dots, N_s – кількість складових частин виробу, які підпадають під дію патентів за групами значимості; N – загальна кількість складових частин у виробі; S – кількість груп значимості.

Значить, показники патентної чистоти для виробів з патентною чистотою дорівнюють одиниці.

Показник патентної чистоти виробу слід визначати окремо для кожної країни можливого експорту.

В окремих випадках, коли всі основні технічні рішення виробу мають патентну чистоту, але відсутня загальна патентна чистота виробу в цілому внаслідок наявності в ньому другорядних складових частин (купівельних комплектуючих виробів), які не мають патентної чистоти, доцільно показник патентної чистоти виробу визначати шляхом зіставлення їх вартостей (вартісний показник).

Вартісний показник патентної чистоти дозволяє оцінити можливості реалізації виробу в країні та за кордоном, а також визначити економічну доцільність заміни, доопрацювання або розроблення нової складової частини з метою одержання патентно чистого виробу.

Вартісний показник патентної чистоти виробу обчислюють за формулою

$$P_{ПЧ}^B = \frac{C_{ПЧ}}{C_{заг}}, \quad (2.25)$$

де $C_{ПЧ}$ – вартість складових частин, які мають патентну чистоту;
 $C_{заг}$ – загальна вартість виробу.

Питання і завдання для самоконтролю і самостійної роботи

- 1 Що розуміють під продукцією?
- 2 Наведіть класифікацію продукції народного господарства.
- 3 Які є класи і групи промислової продукції?
- 4 Які є види показників якості продукції?
- 5 Якими показниками характеризують різні групи продукції?
- 6 Яка роль показників призначення в оцінюванні рівня якості?
- 7 Як відбувається вибір номенклатури показників призначення?
- 8 Які ви знаєте групи показників призначення?
- 9 Що називається надійністю виробу?
- 10 Які є показники надійності і довговічності?
- 11 Охарактеризуйте безвідповідність і ремонтпридатність.
- 12 Що таке збережаність і довговічність?
- 13 Що характеризують комплексними показниками надійності?
- 14 Охарактеризуйте показники технологічності промислової продукції.
- 15 Що називається коефіцієнтом збірності виробу?
- 16 Опишіть коефіцієнт використання раціональних матеріалів.
- 17 Що називають трудомісткістю виробництва?
- 18 Дайте визначення питомої матеріалоемності.
- 19 Що описують ергономічні показники якості?
- 20 Наведіть класифікацію ергономічних показників якості.
- 21 Охарактеризуйте показники стандартизації та уніфікації.
- 22 Чим описують ступінь стандартизації та уніфікації виробу?
- 23 Що характеризує коефіцієнт застосування?
- 24 Які існують види коефіцієнтів застосування?
- 25 Дайте характеристику вартісних коефіцієнтів.
- 26 Що називається коефіцієнтом повторюваності?
- 27 Опишіть патентно-правові показники.

ЛЕКЦІЯ 3. Методи кваліметрії

Загальні відомості

- 1 Методи кваліметрії.
- 2 Етапи процедури отримання експертних оцінок вагомості.
- 3 Особливості проведення експертного опитування.
- 4 Оцінка якості за показником браку.
- 5 Метод головних точок.

Усі методи, що застосовуються у кваліметрії, можна поділити на дві групи:

- **диференційні**, що застосовуються при оцінці головної (одиничної) якості;
- **комплексні**, що застосовуються в більшості випадків для оцінювання сукупностей властивостей. Диференційна оцінка якості є складовою будь-якої комплексної.

Рівень якості продукції диференційними методами оцінюють (для заданих умов використання) зіставленням одиничних показників якості оцінюваного виробу (продукції) з одиничним показником якості базового зразка або з базовими показниками, визначеними технічними умовами або стандартами.

Для такого зіставлення визначають, досягнутий базовий рівень в цілому чи ні; за якими показниками він досягнутий, за якими ні; які показники найбільш суттєво відрізняються від базових тощо.

Оцінка рівня якості продукції диференційним методом полягає в обчисленні значень відносних показників

$$q_i = \frac{P_i}{P_i^{\text{баз}}}, \text{ або } q_i = \frac{P_i^{\text{баз}}}{P_i}, \quad (3.1)$$

де P_i – значення показника оцінювання виробу; $P_i^{\text{баз}}$ – значення базового показника; $i = 1, 2, \dots, n$ (n – число показників).

З цих рівнянь вибирають те, для якого зростання чисельного значення відповідає покращенню якості продукції.

Наприклад, відносний показник для продуктивності, потужності, точності обчислюють за першою формулою, оскільки

зростання числового значення одиничного показника вказує на покращення якості. І навпаки, відносний показник матеріаломісткості, витрати пального, вмісту шкідливих домішок обчислюють за другою формулою, оскільки у цьому випадку покращення якості визначається зменшенням числового значення одиничного показника. Визначення номенклатури одиничних показників для оцінки рівня якості продукції виконується залежно від мети оцінки, вимог споживача, умов експлуатації, конструктивних особливостей, ступеня складності тощо. Загальними вимогами до всіх показників якості є повнота і вірогідність характеристики суспільної корисності продукції.

Якщо базою для порівняння є показники, які встановлені нормативно-технічною документацією, то значення відносних показників повинні бути більші або дорівнювати одиниці, оскільки тільки в цьому випадку якість виробу можна визнати задовільною.

Для зіставлення показників якості оцінюваної продукції з показниками якості еталона можливі такі варіанти:

1 Усі відносні показники більші або дорівнюють одиниці. У цьому випадку якість оцінюваної продукції не нижча базового рівня.

2 Усі відносні показники менші або дорівнюють одиниці. У цьому випадку якість оцінюваної продукції нижча базового рівня.

3 Частина відносних показників більша або дорівнює одиниці, а частина – менша одиниці. У цьому випадку, перш ніж розпочати диференційну оцінку, необхідно поділити усі оцінювані показники на дві групи.

У першу групу мають входити показники якості, які відображають найсуттєвіші властивості продукції, що визначаються, головним чином, умовами її експлуатації і споживання.

До другої групи увійдуть показники якості, які відображають другорядні властивості продукції. Якщо відносні показники першої групи і більша частина відносних показників другої групи більші одиниці, то рівень якості оцінюваного виробу не нижчий базового рівня. Якщо частина відносних показників першої групи більша за одиницю, а частина їх менша одиниці, то необхідно провести комплексну оцінку рівня якості продукції.

Залежно від використовуваних засобів існують такі методи визначення значень показників якості продукції:

- **експериментальний** – здійснюється технічними вимірвальними засобами або на основі виявлення і підрахунку кількості подій або об'єктів, які виражаються цілим числом;

- **розрахунковий** – здійснюється за допомогою обчислень з використанням значень параметрів, знайдених іншими методами;

- **органолептичний**, який базується на аналізі сприйняття їх органами відчуттів (зору, слуху, нюху, дотику і смаку) без застосування технічних вимірвальних або реєструючих засобів;

- **соціологічний**, який базується на збиранні і аналізі думок фактичних або можливих споживачів продукції;

- **експертний**, який базується на врахуванні думок групи спеціалістів-експертів.

При розрахунковому методі обчислення виконують на основі встановлення теоретичних або емпіричних залежностей показників якості продукції від її параметрів.

При органолептичному методі органи відчуттів є лише давачами того чи іншого відчуття. При цьому оцінка якості продукції виконується шляхом аналізу цих відчуттів на основі досвіду. Точність визначення показників якості органолептичним методом залежить від набутого досвіду, кваліфікації, здібностей спеціалістів, які здійснюють оцінку. При органолептичному методі звичайно використовують бальний спосіб подання значень показників якості.

При соціологічному методі збирання думок споживачів можна здійснювати розповсюдженням спеціальних опитувальних анкет або на конференціях, нарадах, дегустаціях, виставках тощо. Цей метод вимагає створення науково обґрунтованої галузевої системи опитування і розроблення математичних методів збирання та опрацювання інформації, яка надходить від споживачів.

Для визначення показників якості продукції експертним методом використовують групи (ради, комісії) спеціалістів, у склад яких входять товарознавці, дегустатори, дизайнери тощо. Розглянемо детальніше цей один з найважливіших у кваліметрії методів.

Експертний метод визначення вагомості. Завдання визначення вагомості окремих властивостей експертним методом

передбачає прийняття рішення на основі оброблення суджень експертів.

З точки зору методики проведення опитувань експертами, класичним і достатньо досконалим є **метод Делфі** (або «метод дельфійського оракула», США, поч. ХХ ст., Т. Дж. Гордон, О. Хелмер). Ось характерні риси методу Делфі:

- відповіді на запитання експертів обов'язково містять кількісну характеристику;
- проводиться декілька турів опитувань;
- після кожного туру всі експерти ознайомлюються з відповідями інших учасників опитувань;
- від експертів отримують обґрунтовані висновки і ознайомлюють з ними інших учасників експертизи, що дозволяє повністю врахувати різні фактори;
- після кожного туру виконується статистична обробка отриманих відповідей.

За допомогою таких принципів метод Делфі дозволяє визначити переважні, усереднені судження спеціалістів з різних питань без використання прямих дебатів між ними, але дозволяє їм знову і знову аналізувати свої судження з врахуванням відповідей і аргументів колег. Кількість турів опитувань у цьому методі суттєво залежить від кваліфікації експертів і їх досвіду. В середньому достатньо трьох турів опитувань для групи з 10–12 експертів.

Багато методів опитування є частковими випадками методу Делфі визначення вагомості властивостей об'єкта продукції. Процедуру отримання експертних оцінок вагомості можна розбити на чотири етапи:

- 1) організація опитування;
- 2) проведення опитування;
- 3) обробка результатів опитування і отримання оцінок вагомості;
- 4) аналіз результатів.

Нижче наведена коротка характеристика цих етапів експертних оцінок.

Організація опитування. Найважливіше питання на цьому етапі – вибір експертів. Визначальною характеристикою експертів є їхня кваліфікація. Простий і надійний спосіб визначення

кваліфікації експертів полягає в порівнянні їхньої оцінки із значенням середньої оцінки, яка умовно приймається за істинну. Відхилення оцінок окремих експертів від середньої служить критерієм їхньої кваліфікації. Чим більше відхилення, тим нижча кваліфікація експерта.

Існує ще метод підбору експертів на підставі аналізу розв'язування спеціальних тестових задач, часто тотожних до реальних. Якість розв'язування тестових задач визначає кваліфікацію експертів.

Найоб'єктивнішим критерієм придатності експерта може слугувати значення похибки ΔM визначення ним вагомості, яка дорівнює різниці значень вагомості M , визначеної експертом, та істинної (наприклад, середньої) вагомості M_{icm}

$$\Delta M = |M_{icm} - M|. \quad (3.2)$$

Ця похибка складається з двох доданків – систематичної $\Delta M_{сист}$ і випадкової $\Delta M_{вип}$ похибок

$$\Delta M = |\Delta M_{сист} \pm \Delta M_{вип}|. \quad (3.3)$$

Такі систематичні і випадкові похибки можуть бути викликані різними причинами: нестачею інформації, психологічним станом експерта тощо.

Причини появи систематичної похибки легше виявити і, таким чином, саму похибку легше усунути. Випадкова похибка – величина «небезпечніша», тому вибирають експертів, у яких вона зведена до мінімуму, зокрема, тих, у кого високий показник відтворюваності оцінок. Для встановлення цього експерту надається група властивостей, вагомість яких він визначає декілька разів через тривалі (один-два місяці) проміжки часу.

Окрім кваліфікації експертів, важливо визначити їх кількість при опитуванні. Водночас немає чітких нормативів і кількість експертів при встановленні оцінок вагомості може коливатися в широких межах (від одного до десяти і навіть більше).

Велике значення має також розробка оптимальних карт опитування. Тут важлива чіткість поставленого запитання із забезпеченням однозначності його розуміння експертами. Тобто

формулювати питання потрібно таким чином, щоб відповідь на нього була чіткою і однозначною. У зв'язку з цим, якщо оцінюється велика кількість показників, їх слід розбити на групи з кількостями не більше семи альтернатив.

Проведення експертного опитування. Перед початком роботи бажано надати експертам максимум інформації стосовно даного об'єкта (якісні і кількісні вимоги споживачів, опис умов експлуатації, характеристики найкращих аналогів тощо). Для підвищення достовірності експертних оцінок вагомості експертів бажано залучати не від випадку до випадку, а систематично. Бажано також, щоб склад експертної групи був сталий. Щодо збору оцінок експертів, то, з одного боку, бажано уникати прямих контактів між експертами, як у методі Делфі, щоб позбутися впливів «авторитетів» і масової думки. З іншого боку, обговорення і навіть штучні конфліктні ситуації часто допомагають в оцінюванні.

Щодо самого опитування, то найвідомішими є шість методів, які відрізняються постановкою питань, проведенням експерименту і обробкою даних. Розглянемо коротко найважливіші методи визначення вагомості властивостей M_j .

1 Метод переваги. Експерти нумерують усі вагомості M_j у порядку їх переваги таким чином, щоб вагомість найменш важливої властивості отримала номер 1, наступної за важливістю властивості – 2 і т. д., тобто чим важливіша властивість, тим більше значення вагомості.

Розрахункова формула вагомості j -ї властивості в цьому методі має вигляд

$$M_j = \frac{\sum_{e=1}^r W_{je}}{\sum_{j=1}^n \sum_{e=1}^r W_{je}}, \quad (3.4)$$

де W_{je} – місце, на яке поставлена вагомість j -ї властивості в e -го експерта; r – кількість експертів; n – кількість властивостей.

2 Метод рангу. Експерти оцінюють важливість кожної властивості в діапазоні 1–10, причому за цією шкалою

використовують не тільки цілі, а й дробові числа. Розрахункова формула при цьому має вигляд

$$M_j = \frac{\sum_{e=1}^r M_{je}}{\sum_{j=1}^n \sum_{e=1}^r M_{je}}, \quad (3.5)$$

де $M_{je} = \frac{P_{je}}{\sum_{j=1}^n P_{je}}$, а P_{je} – оцінка вагомості j -ї властивості в e -го експерта.

3 Перший метод попарного зіставлення. У цьому методі експерти використовують матриці, в яких по горизонталі і вертикалі розташовані всі порівнювані властивості. Наприклад, на рисунку 3.1 для простоти назви властивостей замінено їх відповідними вагомостями M_j , а кількість властивостей обмежена п'ятьма.

	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅
1 M ₁				
2 M ₂				
3 M ₃				
4 M ₄				
5 M ₅				

Рисунок 3.1 – Таблиця для опитування експертів

Кожна клітинка відноситься до двох порівнюваних властивостей і в ній виставляють номер тієї властивості (з кожної пари), яку вважають важливішою.

У цьому випадку розрахункові формули мають вигляд

$$M_j = \frac{\sum_{e=1}^r M_{je}}{\sum_{j=1}^n \sum_{e=1}^r M_{je}}, \quad (3.6)$$

$$\text{де } M_{je} = \frac{f_{je}}{J}, \text{ а } f_{je} = \sum_{j'=1}^{n-1} f_{\left(\frac{j}{j'}\right)^e}.$$

Тут f_{je} – частота переважання в e -го експерта вагомості j -ї властивості над вагомістю решти властивостей; $f_{\left(\frac{j}{j'}\right)^e}$ – частота переважання в e -го експерта вагомості j -ї властивості над вагомістю j' -ї властивості; J – кількість суджень, $J = \frac{n(n-1)}{2}$.

4 Другий метод попарного зіставлення. У цьому методі також порівнюються пари властивостей і визначається перевага однієї з них, але не за допомогою матриці, а простим виділенням (наприклад, підкреслюванням) кращої властивості в кожній комбінації. Розрахункові формули залишаються ті самі, що і в попередньому методі.

5 Метод повного попарного зіставлення. Принципово метод подібний до двох попередніх, лише порівняння виконується не тільки в порядку «властивість j – властивість j' », а й у зворотному напрямі «властивість j' – властивість j ». Такий підхід застосовують, щоб уникнути випадкової, механічної похибки. Розрахункові формули залишаються такими самими, як і у двох попередніх методах, за виключенням

$$J = n(n-1). \quad (3.7)$$

6 Метод послідовних зіставлень. У даному методі вагомості всіх властивостей розташовують у порядку зростання їх переваг (подібно до методу переваги). Найважливішій властивості надають значення вагомості $M_1=1,0$, а решті – в порядку спадання в діапазоні $1...0$. Якщо властивість з вагомістю M_1 важливіша від інших значень, то M_1 збільшують до величини, більшої за суму всіх інших вагомостей, тобто

$$M_1 > \sum_{j=2}^n M_j. \quad (3.8)$$

За необхідності може бути проведена і обернена процедура, для виконання умови

$$M_1 < \sum_{j=2}^n M_j. \quad (3.9)$$

Далі аналогічно вирішується питання по відношенню до наступної за важливістю властивості і т. д. для всіх інших властивостей. Обробку результатів опитування в цьому методі проводять за формулами методу рангу.

7 Аналіз результатів. Для підведення підсумків і оцінок коректності проведених опитувань часто використовують наступні кількісні показники. Визначають **ранг факторів** експерименту (вагомостей та ін.) за формулою $\sum_{j=1}^n a_{je}$, де a_{je} – ранг j -го фактора в e -го експерта.

Для оцінки ступеня узгодженості різних експертів використовують **коефіцієнт конкордації** W , який дозволяє визначити, чи існує не випадкова узгодженість у судженнях експертів:

$$W = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)}, \quad (3.10)$$

де S – сума квадратів відхилень середньої суми рангів від суми рангів кожного фактора; r – кількість експертів; n – кількість властивостей.

Різниця між сумою рангів кожного фактора і середньою сумою рангів складатиме

$$\Delta_j = \sum_{e=1}^r a_{je} - T, \quad (3.11)$$

причому $T = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{e=1}^r a_{je}}{n}$.

Якщо значення коефіцієнта конкордації достатньо високе, значить існує не випадкова узгодженість у судженнях експертів.

Для оцінки ступеня узгодженості думок експертів (двох чи двох груп) застосовують коефіцієнт рангової кореляції за Спірменом

$$R = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n d_j^2}{n^3 - n}, \quad (3.12)$$

де d_j – різниця рангів двох експертів (чи груп) для j -го фактора.

Як бачимо, для отримання достатньо точних і надійних результатів стосовно експериментального визначення вагомості окремих властивостей необхідно вирішити цілу низку складних і трудомістких питань.

Для практичного застосування експертного методу найчастіше використовують такі рекомендації.

1 До складу експертних комісій повинні входити висококваліфіковані спеціалісти, рівень компетентності яких у питанні оцінки виробу приблизно однаковий.

2 Для запобігання необ'єктивності оцінки в склад експертної комісії не повинні входити автори виробу.

3 Експертів, що входять у склад комісії, повинно бути не менше семи осіб. При меншій кількості експертів велика ймовірність прийняття випадкового рішення.

4 Експертна комісія може приймати ухвалу, проставляючи оцінки і проводячи голосування експертів.

5 Рішення приймається у випадку, якщо за нього подано не менше $2/3$ голосів членів експертної комісії. Наприклад, при кількості експертів сім осіб рішення приймається, якщо число голосів за нього не менше п'яти.

6 Для одержання достатньо точних результатів необхідно вжити заходів, спрямованих на зменшення суб'єктивності, притаманної експертному методу.

7 Необхідно організувати декілька турів опитування експертів.

Опитування експертів треба проводити в такому порядку: експерти спочатку проставляють оцінки незалежно один від одного; пізніше, після короткого публічного обговорення виставлених кожним експертом оцінок, проводиться другий тур опитування, у ході якого експерти знову, незалежно один від

іншого, виставляють нові оцінки. Кількість турів опитування значною мірою залежить від кваліфікації і досвіду спеціалістів. Встановлено, що прийнятну точність результатів одержують в середньому за три тури голосування.

8 За вихідні дані для подальших розрахунків приймають середньоарифметичні значення, одержані на основі остаточних оцінок з урахуванням граничних значень. Не рекомендується відкидати оцінки окремих спеціалістів, які суттєво відрізняються від інших.

Залежність між вимірюванням і оцінкою властивостей. Найважливішим при оцінці якості є питання визначення вагомості властивостей. Разом з тим при визначенні оцінки якості суттєвими є щонайменше два питання:

1 Який вид залежності між показником властивості P_{ij} і її оцінкою K_{ij} ?

2 Яким методом зводити разом і об'єднувати оцінки окремих властивостей для отримання комплексних оцінок якості?

Розглянемо спочатку перше питання. Найчастіше використовують такі види залежності між показниками властивостей і їх оцінкою: лінійну, нелінійну і не виражену в явному вигляді. Розглянемо детальніше ці залежності.

Лінійна залежність. Оцінка властивості є відношенням значень її показника і відповідного базового показника

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^{баз}}. \quad (3.13)$$

З даної формули видно, що будь-якій зміні показника відповідає пропорційна зміна оцінки. Однак далеко не завжди залежність між значеннями показників і їх оцінками має саме лінійний характер, тобто однакова для всіх показників і у всіх діапазонах їх вимірювань. Аналіз показників різних видів продукції показав, що лінійна залежність між показником і оцінкою характерна лише для деяких видів продукції.

Нелінійна залежність. Для врахування різноманітної продукції низкою авторів запропоновано методики оцінки якості з нелінійними залежностями оцінки якості від показників.

Е. Роосе запропонував уведення додаткового параметра – **показника браку** P_{ij}^{bp} і запропонував таку формулу для оцінки якості:

$$K_{ij} = \frac{P_{ij} - P_{ij}^{bp}}{P_{ij}^{баз} - P_{ij}^{bp}}. \quad (3.14)$$

Зовні ця формула не істотно відрізняється від попередньої, але описує нелінійну залежність.

Ще вищий ступінь нелінійності закладено у формулі А. Томашевського для визначення відповідності вимірювального пристрою до вимог технічних умов

$$Z = 100 \exp\left(1 - \frac{x + \Delta x}{G}\right)\%, \quad (3.15)$$

де x – дійсне відхилення показника; Δx – похибка визначення x ; G – гранично допустиме відхилення показника від значення, вказаного в технічних умовах.

У методиці Харингтона кожна властивість оцінюється за допомогою спеціальних табульованих безрозмірних одиниць. Математична залежність оцінки від показника властивості визначається експоненціальною функцією

$$K_{ij} = e^{-\left(P^0\right)^{m_j}}, \quad (3.16)$$

де m_j – додатне число в межах $0 < m_j < \infty$; P^0 – лінійна функція від P_{ij} :

$$P^0 = \frac{2P_{ij} - (P_{ij}^{\max} - P_{ij}^{\min})}{P_{ij}^{\max} - P_{ij}^{\min}}, \quad (3.17)$$

а P_{ij}^{\min} і P_{ij}^{\max} відповідно нижня і верхня межі значень показника j -ї властивості, передбачені технічними умовами. Звідси

$$P^0 = -1 \text{ при } P_{ij} = P_{ij}^{\min},$$

$$P^0 = +1 \text{ при } P_{ij} = P_{ij}^{\max}.$$

Спільним недоліком розглянутих методик є використання однієї і тієї самої залежності для всіх показників.

Окрім вказаних існує ще ряд методик і способів оцінки якості з нелінійною залежністю між показником властивостей і їх оцінкою. Особливо слід звертати увагу на оцінку тих властивостей, які діють на органи відчуття людини, так званих органолептичних властивостей. Стосовно останніх в експериментальній психології відомий психофізіологічний закон Вебера-Фехнера, відповідно до якого зв'язок між абсолютним показником P_{ij} і оцінкою K_{ij} виражається формулою

$$P_{ij} = K \log K_{ij}, \quad (3.18)$$

де K – деяка постійна.

Така залежність набуває широкого застосування особливо при оцінці естетичних та ергономічних властивостей якості.

Цей вид залежності відрізняється від попередніх у першу чергу тим, що часто використовується для оцінки не самої якості, а інтегрального показника якості. Прикладом може бути вивчення залежності економічної ефективності від покращення певних властивостей. За складністю отримання оцінок, що базуються на економічній ефективності, всі властивості можна умовно розбити на три групи:

1) властивості з відносно нескладним розрахунком їх оцінок, такі як продуктивність, довговічність, зношуваність тощо;

2) властивості, прямий розрахунок економічної ефективності яких неможливий, складний навіть при очевидному зв'язку між значеннями показників і економічною ефективністю;

3) третя група властивостей слабо пов'язана з економічною ефективністю, хоча врахування економічних факторів завжди бажано.

Поширеними є також методи, в яких оцінки властивостей знаходять за спеціальними таблицями, складеними на основі суджень експертів. При цьому кожному кількісному значенню оцінки K_{ij} відповідає певна якісна оцінка, наприклад, значенню

$K_{ij}=1$ відповідає оцінка «відмінно», $K_{ij}=0,9$ відповідає «добре», $K_{ij}=0,6$ – «задовільно», $K_{ij}=0$ – «незадовільно».

Експертний метод визначення залежності між показником і оцінкою відзначається гнучкістю і точністю. Адже експерти враховують і економічну ефективність, і призначення продукції, і можливі умови експлуатації і багато інших факторів.

Трудність тут полягає в оцінці числа числом, тобто переведенні значень абсолютних показників у відносну оцінку. Для полегшення цього завдання існує «метод головних точок», який дозволяє проводити операцію оцінки в декілька етапів. При цьому необхідно:

- розбити значення показника на зони, розділені головними – реперними точками, і задати значення оцінки в цих точках; нанести точки в системі координат: вісь абсцис – значення абсолютного показника, вісь ординат – оцінка;

- вивчити тенденції зміни залежності в інтервалах між головними точками, визначити вид функції і побудувати її графік;

- перейти від графічної залежності до аналітичної і провести необхідні розрахунки оцінок.

У даному методі слід дотримуватись таких рекомендацій:

- не створювати надмірної кількості залежностей і графіків, щоб не ускладнювати завдання;

- не обмежуватись єдиною функціональною залежністю, бо не може бути однакової залежності для всіх властивостей;

- вибір кривих проводити так, щоб не ускладнювати їх аналітичний опис;

- забезпечити відповідність між кривою і залежністю оцінки від показника при зміні параметрів. При вдалому застосуванні цього методу можна провести стандартизацію кривих і формул, які їх описують, що суттєво полегшить і спростить оцінку властивостей якості.

Експертний метод застосовується:

- для визначення показників якості продукції органолептичним методом;

- визначення номенклатури показників якості продукції, які враховуються на різних стадіях оцінки;

- визначення коефіцієнтів вагомості показників якості продукції;

- визначення узагальнених показників якості продукції у балах на основі сукупності одиничних і комплексних показників якості;
- прийняття рішення при атестації якості продукції.

Питання і завдання для самоконтролю і самостійної роботи

- 1 Які ви знаєте методи кваліметрії?
- 2 Які методи кваліметрії називаються диференційними?
- 3 Які методи кваліметрії називаються комплексними?
- 4 У чому полягає експертний метод визначення вагомості?
- 5 Характерні риси методу Делфі.
- 6 Етапи процедури отримання експертних оцінок вагомості.
- 7 Опишіть процес організації опитування.
- 8 Як розраховують похибку визначення вагомості?
- 9 Систематична і випадкова похибки при опитуванні.
- 10 Особливості проведення експертного опитування.
- 11 У чому полягає метод переваги?
- 12 Як розраховують вагомість у методі переваги?
- 13 У чому полягає метод рангу?
- 14 Як розраховують вагомість у методі рангу?
- 15 Охарактеризуйте методи попарного зіставлення.
- 16 Розрахунок вагомостей у першому і другому методі попарного зіставлення.
- 17 Суть методу повного попарного зіставлення.
- 18 У чому полягає метод послідовних зіставлень?
- 19 Як проводять аналіз результатів проведених опитувань?
- 20 Як оцінюють степінь узгодженості різних експертів?
- 21 Що таке коефіцієнт рангової кореляції?
- 22 Залежності між вимірюванням і оцінкою властивостей.
- 23 Лінійна залежність між показниками властивостей і їх оцінкою.
- 24 Нелінійні залежності між показниками властивостей і їх оцінкою.
- 25 Оцінка якості за показником браку.
- 26 Залежність між показниками властивостей і їх оцінкою, не виражена в явному вигляді.
- 27 У чому полягає метод головних точок?

ЛЕКЦІЯ 4. Комплексна оцінка та інтегральні показники якості продукції

- 1 Методи отримання комплексної оцінки якості.
- 2 Комплексна оцінка якості продукції на основі середньоарифметичних вимог.
- 3 Інформаційні критерії оцінки ефективності.
- 4 Оцінювання якості продукції за собівартістю.
- 5 Інтегральні показники якості продукції.
- 6 Змішаний метод оцінки рівня якості.
- 7 Оцінювання якості продукції за допомогою індексів.

Комплексну оцінку якості можна розглядати як двоетапний процес: перший – оцінка простих властивостей і другий – оцінка складних властивостей, аж до якості в цілому. Вона застосовується у випадку, коли для обґрунтування рекомендацій щодо рішень, які приймаються, є доцільним характеризувати рівень якості продукції показником, що виражається одним числом. Такий показник називають узагальненим, а оцінка якості називається комплексною оцінкою.

У деяких випадках, коли можна виділити основне призначення виробу або продукту, вдається знайти функціональну залежність узагальненого показника якості від одиничних показників.

Одним з варіантів комплексної оцінки рівня якості продукції є оцінка за допомогою інтегрального показника.

Оцінка за допомогою інтегральних показників.
Інтегральний показник рівня якості продукції можна подати як відношення сумарного корисного ефекту від споживання продукції до сумарних затрат на створення і споживання продукції

$$K_i = \frac{P_{\Sigma}}{Z_c + Z_{c.n.}}, \quad (4.1)$$

де P_{Σ} – сумарний корисний ефект; Z_c – затрати на створення продукції; $Z_{c.n.}$ – затрати на споживання продукції.

Інтегральний показник якості продукції є величиною, яка вказує, який корисний ефект припадає на кожну одиницю затрат суспільства.

Якщо не вдається побудувати функціональну залежність, виходячи з основного призначення продукції, іноді використовують комплексну оцінку, яка базується на методі «середньозваженого».

Для оцінки рівня якості продукції методом середнього зваженого арифметичного **комплексний показник** (Q) обчислюють за формулою

$$Q = \sum_{i=1}^n m_i q_i, \quad (4.2)$$

де $q_i = \frac{P_i}{P_{i.cm}}$ – відносний показник якості; P_i – показник якості продукції, що розглядається; $P_{i.cm}$ – базовий (еталонний) показник якості; m_i – коефіцієнт вагомості для i -го показника якості.

Метод середнього зваженого арифметичного можна використовувати при невеликих відхиленнях величин P_i від $P_{i.cm}$.

При значних відхиленнях величин окремих показників від еталонних значень загальний комплексний показник може бути високим при низькому рівні окремих важливих показників. Щоб уникнути цього, необхідно давати загальну оцінку якості тільки тоді, коли значення цих показників якості знаходяться в економічно і технічно доцільних межах.

При наявності хоча б одного показника, який оцінюється кількістю балів, що відповідає оцінці «погано», або такого, що має значення нижче раніше встановленого допустимого нижнього рівня оцінки, подальшу оцінку рівня якості продукції проводити не рекомендується.

Стосовно вибору коефіцієнтів вагомості, які входять в останню формулу, слід відзначити, що значення кожної групи показників для оцінки якості конкретних виробів різне і залежить від вимог, обумовлених призначенням виробу.

Визначення коефіцієнтів вагомості одиничних показників якості пов'язано з аналізом вимог до виробу за групами показників

і кількісною оцінкою значень кожної групи показників для різних видів виробів.

Для визначення коефіцієнтів вагомості окремих показників якості найчастіше застосовують експертний метод.

Оскільки вимоги споживачів до виробів змінюються з часом, то коефіцієнти вагомості окремих показників – величини змінні. Для врахування змін вимог до виробу необхідно періодично переглядати коефіцієнти вагомості. При цьому в останній формулі під величинами q_i розуміються не відносні показники якості, а показники, виражені в балах.

Модель комплексної оцінки характеризує зв'язок між властивостями об'єкта і забезпечує об'єднання оцінок окремих властивостей в комплексну оцінку.

У низці випадків комплексні оцінки якості можна визначати без врахування вагомості окремих властивостей. При цьому найчастіше використовують формулу

$$K_0 = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n K_{ij}}, \quad (4.3)$$

де n – кількість властивостей, що характеризують якість.

У цю формулу безпосередньо не входять значення вагомості, але її можна враховувати, наприклад, розраховуючи по чергово показники одного рівня однакові за вагомістю.

Однак у більшості випадків при комплексній оцінці якості необхідно визначити вагомість, можливо, за винятком окремих дуже простих видів продукції. Це пов'язано з тим, що в більшості випадків властивості, які формують якість продукції, не однакові за своєю важливістю.

У більшості методів визначення комплексної оцінки якості з врахуванням вагомості властивостей використовують середньоарифметичну оцінку окремих властивостей. Найпоширенішою такою методикою є методика З. Н. Крапивенського із співавторами, в якій основна формула для розрахунку комплексного показника якості має вигляд

$$P_K = K_1 \frac{1}{A} + K_2 P_T + K_3 P_C + K_4 P_{III} + K_5 P_E, \quad (4.4)$$

де A – комплексний технічно-економічний показник; Π_T – технічний показник; Π_C – показник рівня стандартизації; $\Pi_{ПЗ}$ – показник патентно-правового захисту; Π_E – показник естетики; $K_1 - K_5$ – коефіцієнти вагомості, або просто вагомість. Дещо інша методика розроблена Дж. Ситтігом. Ним запропоноване таке рівняння якості:

$$V_p = \sum_k \sum_j W_{jk} C_{jp} - P_p \sum_k M_k, \quad (4.5)$$

де V_p – сумарна оцінка, яку споживачі дають виробу p ; W_{jk} – значення, яке споживач k надає властивості j (вагомість j -ї властивості); C_{jp} – рівень j -ї властивості p -го виробу (ця характеристика змінюється за відповідною шкалою); M_k – коефіцієнт, що характеризує значимість даної грошової одиниці для k -го споживача (знаходиться в оберненій залежності до його купівельної спроможності).

Середньоарифметичну величину оцінок окремих властивостей розраховують найчастіше за виразом

$$K_0 = \sum M_j \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n K_j^{M_j}}, \quad (4.6)$$

де M_j – вагомості окремих властивостей, причому дуже часто $0 \leq M_j \leq 1$, а $0 \leq K_j \leq 1$.

У методиці М. В. Федорова комплексну оцінку розраховують за формулою

$$K_0 = \sqrt[4]{TE\Phi\Pi}, \quad (4.7)$$

де T – загальний показник конструктивно-технічних властивостей; E – загальний економічний показник; Φ – загальний показник виконуваних виробом функцій; Π – загальний показник споживчих властивостей.

У даній формулі передбачається, що вагомості рівні між собою.

У ряді методик використовують також середньгеометричну оцінку окремих властивостей, особливістю якої є прямування до нуля при нульовій оцінці однієї з властивостей.

Питання про перевагу однієї з двох середніх – середньоарифметичної чи середньгеометричної виникло ще в середні віки, зокрема, було предметом дискусії між Галілеєм і Ноццоліно ще в 17 ст. Галілей надавав перевагу середньоарифметичній, а Ноццоліно – середньгеометричній.

Деяке проміжне положення між середньоарифметичною та середньгеометричною оцінкою займає середньгармонічна величина, а розрахункова формула комплексної оцінки з її використанням має вигляд

$$K_j = \frac{\sum_{j=1}^n M_j}{\sum_{j=1}^n \frac{M_j}{K_j}}. \quad (4.8)$$

Перевага середньгармонічної оцінки перед середньоарифметичною в тому, що вона коректніше враховує великий розкид значень оцінок, зберігаючи при цьому простоту розрахунку.

Вибір методу розрахунку середніх значень суттєво впливає на кінцевий результат і може спричинити значне розходження оцінок.

Загальна математична модель, що пов'язує значення показників окремих властивостей з комплексною оцінкою, формується за виразом

$$K_0 = f(P_1, P_2, \dots, P_n), \quad (4.9)$$

де P_1, P_2, \dots, P_n – значення показників властивостей. Як правило, для розрахунку таких функцій використовують комп'ютерну техніку, оскільки вихідні матеріали експертів подаються у вигляді матриць з набором значень показників властивостей на різних рівнях ієрархії оцінок, аж до комплексної оцінки якості продукції.

Визначення інтегральних показників якості продукції. З точки зору споживача, якість продукції складається з її функціональних, економічних і естетичних властивостей, кожна з

яких має ще свої групи властивостей. Яким же має бути інтегральний показник якості, що враховує всі потреби споживача? Існують різні відповіді на це запитання, але спільним може бути той факт, що такий показник якості повинен базуватися на кількісному зіставленні того, що отримує суспільство, з тим, що воно витрачає.

Для порівняння різних варіантів і видів продукції однією з перших і найпростіших була формула

$$K = \frac{D}{C_{\Sigma}}, \quad (4.10)$$

де D – кількість одиниць, що характеризують продукцію (для верстата – кількість виготовлених деталей, для транспортного засобу – кількість тоннокілометрів, для кормових с/г культур – кількість кормових одиниць на одиницю ваги рослин і т. д.); C_{Σ} – сумарні затрати на виробництво і споживання продукції.

Як бачимо, тут не враховані технічні, естетичні та інші якості продукції. Тому в подальших роботах цю формулу доповнювали різними способами. Наприклад, Г. Г. Азгальдов при оцінці якості запропонував замінити величину D на D' рівну

$$D' = D(M_2K_T + M_3K_C + M_4K_{ШЗ} + M_5K_E) \quad (4.11)$$

або в загальному вигляді $D' = D \sum_{j=1}^n M_j K_j$.

Пояснення поданих підрядкових індексів було надано в попередньому підрозділі.

За методикою А. В. Глічева вибір критерію інтегрального показника якості базується на комплексній оцінці, яка вираховується відношенням величини потреби споживача даної продукції до витрат на її проектування, виготовлення і застосування

$$K = \frac{Q_{\Sigma}}{C_{\Sigma}}. \quad (4.12)$$

Тут розмірність K визначається видом продукції.

Польський економіст К. Холевіцка-Гозьдзик, підкреслюючи, що якість продукту визначається здатністю задовольняти потреби виробника, запропонувала рівень якості описувати відношенням

$$K = \frac{CB}{BB}, \quad (4.13)$$

де CB – споживча вартість продукції; BB – витрати виробництва.

Окрім загальних теоретичних положень вибору критеріїв інтегральних показників якості існує немало формул для оцінки конкретних видів продукції. Наприклад, А. В. Глічев пропонує економіко-математичну модель для визначення комплексного критерію якості

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{i=t} \sum_{j=1}^{j=n_e} q_{ij} n_{ij}}{\sum_{i=1}^{i=\tau} \left[\sum_{p=1}^{p=m} \left(\sum_{j=1}^{j=n_{np}} B_{np_{ij}} + \sum_{o=1}^{j=n_{вир}} B_{вир_{ij}} N_{вир_{ij}} + \sum_{j=1}^{j=n_e} B_{e_{ij}} N_{e_{ij}} \right) \right] \eta_{\tau}}, \quad (4.14)$$

де q_{ij} – середньорічна ефективність однієї системи виробів у i -му році в j -й організації; n_{ij} – середньорічна кількість систем виробів у i -му році в j -й організації; n_e – кількість організацій, що експлуатують систему даних виробів в i -му році; t – кількість років експлуатації виробу; τ – кількість років від початку до закінчення експлуатації; m – кількість технічних пристроїв, що входять до системи виробів; n_{np} – кількість організацій, що беруть участь у розробці і проектуванні p -го технічного пристрою системи в i -му році; $B_{np_{ij}}$ – річні затрати на розробку і проектування p -го технічного пристрою системи виробів у i -му році в j -й організації; $B_{вир_{ij}}$ – середньорічні затрати на серійне виготовлення одного p -го виробу в i -му році на j -му підприємстві серійного випуску; $N_{вир_{ij}}$ – річний випуск p -го технічного пристрою системи виробів у i -му році на j -му підприємстві серійного випуску; $n_{вир}$ – кількість підприємств серійного виробництва, які виробляють p -й

технічний пристрій системи виробів в i -му році; $B_{e_{ij}}$ – середньорічні витрати при використанні p -го технічного пристрою системи виробів у i -му році в j -й організації; $N_{e_{ij}}$ – середньорічна кількість технічних пристроїв, що використовуються в i -му році в j -й організації; η_τ – коефіцієнт врахування різночасовості затрат, вкладень.

Серед критеріїв оцінки ефективності автоматизованих систем контролю (АСК) часто користуються інформаційним, що базується на зіставленні ефективності реальної та ідеальної АСК. В цьому випадку критерій ефективності має вигляд

$$E(t, \tau) = \frac{K(t, \tau)}{K_I(t, \tau)}, \quad (4.15)$$

де $K(t, \tau) = \frac{I_p(t, \tau)}{C_p(t, \tau)}$ – узагальнена статистична характеристика

реального процесу контролю; $I_p(t, \tau) = \sum_{i=1}^n I_{pi}(t, \tau)$ – кількість інформації, отриманої реальною АСК; $C_p(t, \tau)$ – математичне очікування вартості реального процесу контролю;

$K_I(t, \tau) = \frac{I_I(t, \tau)}{C_I(t, \tau)}$ – узагальнена статистична характеристика

ідеального процесу контролю; $I_I(t, \tau)$ – кількість інформації, отриманої ідеальною АСК; $C_I(t, \tau)$ – математичне очікування вартості ідеального процесу контролю; t – поточне значення часу; τ – кінцевий момент часу.

Принципово ця модель подібна до попередньої, і може бути інтегральним показником якості, адже в чисельнику маємо значення віддачі, а в знаменнику – аналогію затрат.

Поширеним критерієм якості продукції є собівартість одиниці продукції, яка випускається на певному обладнанні,

$$C = \frac{C_{об}}{T\eta\Pi_p} + 3, \quad (4.16)$$

де $C_{об}$ – вартість обладнання; T – термін служби обладнання; η – коефіцієнт технічного використання; Π_p – розрахункова продуктивність; Z – затрати на одиницю виробленої продукції.

Ще одним прикладом розрахунку інтегрального критерію якості вимірювальних пристроїв може бути показник

$$G = \frac{N^2 T}{C_1}, \quad (4.17)$$

де N – еквівалентне число поділок (інформаційна здатність вимірювального приладу); T – час неперервної роботи; C_1 – вартість отриманої інформації.

Існує ще низка інших способів визначення інтегральних показників якості продукції з використанням різноманітних математичних методів. Усі вони показують, що критерій «ефект, поділений на затрати» набув широкого застосування для розробки показників якості різних видів. Такі оцінки повинні враховуватись при плануванні підприємств, організації виробництва тощо.

Універсальні способи розрахунку інтегральної якості виходять за рамки кваліметрії у галузь теорії економічної ефективності. Однак лише кваліметрія дає нам необхідні вихідні дані – комплексні оцінки якості для побудови економіко-математичних моделей інтегральної якості.

Змішаний метод оцінки рівня якості. Змішаний метод (в якому об'єднуються диференційний і комплексний методи) застосовується тоді, коли завдання з оцінки рівня якості продукції не можуть бути успішно вирішені застосуванням тільки одного з розглянутих методів, а саме:

- коли сукупність одиничних показників якості є достатньо широкою і аналіз значень кожного показника диференційним методом не дозволяє одержати узагальнюючих висновків;

- коли узагальнюючий показник якості у комплексному методі достатньо повно враховує всі істотні властивості продукції і не дозволяє одержати висновки щодо деяких визначених груп цих властивостей.

Рівень якості продукції змішаним методом оцінюють таким чином:

1 Виходячи з призначення продукції і характеру поставлених перед оцінкою завдань одиничні показники якості об'єднують у групи, наприклад, показники призначення, ергономічні, естетичні тощо, і для кожної групи визначають відповідний їй комплексний показник. Окремі найважливіші показники якості допускається не об'єднувати в групи, а використовувати їх для подальшого аналізу як одиничні.

2 На основі отриманих груп показників якості оцінюють якість продукції диференційним методом.

Якість продукції за всіма групами властивостей за необхідності можна оцінити експертним методом.

Оцінка якості продукції за допомогою індексів. Для комплексної оцінки якості різномірної продукції можна використовувати узагальнені показники – індекси, які враховують її якість і ціну. Індекси будують так, що рівні якості продукції кожного виду беруть з урахуванням зміни (фактичні рівні якості в базовому і звітному періодах), а ціна для обох періодів є однаковою.

Для оцінювання якості на різних стадіях створення продукції, коли достатньою характеристикою її якості є один показник, доцільно користуватися **індексом на основі головного показника**. Такий показник найповніше відображає можливість виробу виконувати основне призначення (наприклад, для металообробних станків головним показником буде кількість оброблених деталей, для транспортних засобів – кількість перевезених вантажів, пасажирів на певну відстань тощо). Головним показником може бути показник довговічності, наприклад, для двигунів – ресурс, для підшипників – довговічність, для шин – прохідність тощо. У деяких випадках головним показником може бути комплексний або інтегральний показник. Індекс якості тоді обчислюють за допомогою відносних показників якості продукції, в яких P_i – головний (одиничний, інтегральний, комплексний) показник для i -го виду оцінюваної продукції, а P_{i0} – головний базовий показник i -го виду продукції.

$$I_{я} = \frac{\sum_{i=1}^s n_i q_i l_i}{\sum_{i=1}^s n_i l_i}, \quad (4.18)$$

де q_i – відносний показник якості i -го виду виробу; n_i – кількість виробів i -го виду у поточному періоді; l_i – оптова ціна на продукцію i -го виду; s – кількість видів продукції.

Індекс якості, що визначається за результатами атестації. Індексом якості, що визначається за результатами атестації, вважають відносний показник зміни рівня якості

$$I_{я} = \frac{v_{сер}}{v_0}, \quad (4.19)$$

де $v_{сер}$ – середній бал оцінюваної продукції:

$$v_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^s C_i v_i}{\sum_{i=1}^s C_i}, \quad (4.20)$$

C_i – сума, на яку випущено продукції i -ї категорії якості; v_i – відповідний бал i -ї категорії якості продукції; v_0 – середній бал продукції, прийнятий за базу для порівняння.

Таким чином, «середній бал» є комплексним показником якості різнорідної продукції, рівний середньозваженому значенню показників якості різних видів продукції, виражених за допомогою умовної системи числових балів.

Бали надаються таким чином, щоб більшому балу відповідала вища якість продукції.

Коефіцієнт сортності. Коефіцієнт сортності обчислюють як відношення фактичної вартості продукції в оптових цінах до умовної вартості (вартості продукції, що випускається найвищим сортом)

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^s \sum_{k=1}^n C_{ik} q_{ik}}{\sum_{i=1}^s C_{il} \sum_{k=1}^n q_{ik}}, \quad (4.21)$$

де s – кількість видів продукції; k – кількість сортів продукції; C_{ik} – вартість продукції i -го виду k -го сорту; q_{ik} – обсяг випуску продукції i -го виду k -го сорту; C_{il} – вартість продукції i -го виду найвищого сорту.

Індекс дефектності продукції. Індексом дефектності продукції вважають середньозважену кількість дефектів на одиницю продукції. Відносним показником дефектності є відношення показника дефектності досліджуваного виробу до базового показника дефектності. За базовий показник дефектності беруть показник вихідного виробу.

Для визначення індексу дефектності продукції певного виду необхідно скласти перелік усіх можливих дефектів і присвоїти їм відповідні коефіцієнти вагомості. Коефіцієнтом вагомості дефекту продукції вважають кількісну характеристику значимості якогось дефекту серед інших дефектів при обчисленні показника дефектності.

Розглянемо два способи визначення коефіцієнтів вагомості дефекту продукції:

- експертний спосіб, при якому висновок приймають на основі середнього арифметичного значення коефіцієнтів, вироблених групою спеціалістів-експертів;

- вартісний спосіб, коли коефіцієнт вагомості відповідає вартості усунення дефекту.

Для визначення показника дефектності беруть вибірку з n одиниць продукції. Тоді показник дефектності

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^d m_i r_i, \quad (4.22)$$

де d – число видів дефектів, які зустрічаються в продукції; m_i – коефіцієнт вагомості i -го виду дефекту; r_i – число дефектів i -го виду.

Для проведення порівняльної оцінки якості продукції в процесі виготовлення за допомогою показника дефектності необхідно визначити показник дефектності, який приймають за вихідний (базовий):

$$D_{\bar{o}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^d m_i R_i, \quad (4.23)$$

де N – число виробів, прийнятих за вихідні; R_i – число дефектів i -го виду; d – число всіх видів дефектів.

При розгляді трьох видів продукції для всіх цих видів можуть бути визначені, в певний період, показники дефектності D_1, D_2, \dots, D_s і відповідні базові показники $D_{1\bar{o}}, D_{2\bar{o}}, \dots, D_{s\bar{o}}$. Тоді відносні показники

$$Q_i = \frac{D_i}{D_{i\bar{o}}}, \quad (4.24)$$

де $i = 1, 2, \dots, s$.

Індекс дефектності продукції для певного періоду, що розглядається, обчислюють за формулою

$$I_{\text{д}} = \frac{\sum_{i=1}^s C_i Q_i}{\sum_{i=1}^s C_i}, \quad (4.25)$$

де C_i – сума, на яку випущено продукції i -го виду ($i = 1, 2, \dots, s$).

Індекс дефектності дозволяє зіставляти та оцінювати якість різних видів виробів.

Питання і завдання для самоконтролю і самостійної роботи

- 1 Опишіть методи отримання комплексної оцінки якості.
- 2 Наведіть формули комплексної оцінки якості.
- 3 Комплексна оцінка без урахування вагомості окремих властивостей.

- 4 Як проводять вибір коефіцієнтів вагомості?
- 5 Методика визначення комплексної оцінки за середньоарифметичним значенням.
- 6 Як розраховують комплексну оцінку при рівності вагомості?
- 7 Середньгеометричні значення в розрахунках комплексних оцінок якості продукції.
- 8 Комплексна оцінка якості продукції на основі середньоарифметичних вимог.
- 9 Як оцінюють якість продукції за потребами споживача?
- 10 Які існують математичні моделі визначення комплексних критеріїв якості?
- 11 Охарактеризуйте інформаційні критерії оцінки ефективності.
- 12 Опишіть оцінювання якості продукції за собівартістю.
- 13 Охарактеризуйте інтегральні показники якості продукції.
- 14 Наведіть основні формули визначення інтегральних показників якості продукції.
- 15 Охарактеризуйте змішаний метод оцінки рівня якості.
- 16 Опишіть оцінювання якості продукції за допомогою індексів.
- 17 Як визначити індекс якості на основі головного показника якості?
- 18 Розрахунок індексів якості за результатами атестації.
- 19 Дайте характеристику коефіцієнта сортності.
- 20 Як розраховують показники дефектності?

ЛЕКЦІЯ 5. Актуальні проблеми кваліметрії

Кількість властивостей, які необхідно враховувати. Ми вже зауважили, що оцінка якості K залежить від оцінок окремих властивостей K_j , і є до певної міри їх результуючою. Кожен предмет характеризується дуже великою кількістю властивостей. При оцінюванні якості неможливо врахувати абсолютно всі властивості, тому в кваліметрії необхідно, з одного боку, врахувати якнайбільшу кількість властивостей для підвищення точної оцінки, а з іншого – якнайменшу кількість властивостей для спрощення

розрахунків. Тобто виникає кількісне завдання оптимізації кваліметричних розрахунків.

Друге завдання в цій проблемі – правильний «якісний» вибір властивостей. Важливо знати не тільки як і чим контролювати, а й що контролювати. Тому вибираючи властивості для комплексної оцінки якості, необхідно дотримуватись таких принципів:

1 Вибрані властивості якості слід розглядати не як деякий довільний набір, а як деяку класифікаційну систему, ієрархічну, багаторівневу структуру.

2 В основу класифікації слід закладати чіткі ознаки, визначені метою оцінки якості.

3 Кількість властивостей якості, вибраних для комплексної оцінки, повинна відповідати вимогам необхідності і достатності. Необхідною є така кількість властивостей, яка детермінує поведінку системи (дозволяє говорити про якісну відмінність одного виробу від іншого). Достатньою є така кількість властивостей, при якій кожна властивість впливає на загальну величину показника якості продукції.

Методи оцінювання рівня якості продукції. Рівень якості продукції – відносна характеристика якості продукції, що базується на порівнянні сукупності показників її якості з відповідною сукупністю базових показників.

Кількісна оцінка рівня якості продукції здійснюється з метою визначення найкращих способів впливу на процеси планування, розроблення виробництва та експлуатації продукції.

Вибір методу визначення рівня якості продукції залежить від мети оцінки, тобто від характеру рішень, які необхідно приймати на основі результатів оцінки, наприклад: вибір моменту початку нового розроблення і визначення основних вимог до неї; вибір моменту початку масового виробництва нового виробу; зняття з виробництва або експлуатації застарілих виробів тощо. Крім того, залежно від мети оцінки, визначають, які значення показників доцільно прийняти за базові тощо.

Схема оцінки рівня якості продукції показана на рисунку 5.1.

При зіставленні результатів оцінки треба з'ясувати, чи всі поставлені завдання вирішені, які нові питання виникли з аналізу одержаних результатів і в якому напрямку слід змінювати

номенклатуру показників якості, спосіб їх визначення і метод оцінки рівня якості, щоб нові результати оцінки повніше відповідали уточненим даним.



Рисунок 5.1 – Схема оцінки рівня якості продукції

Призначення еталону. Кількісна оцінка показника K_{ij} найчастіше характеризує ступінь його наближення до базового $K_{ij}^{баз}$, тобто до показника еталону. Як вже зазначалось, оцінка вводиться для того, щоб зіставити окремі показники P_{ij} з різною розмірністю. При цьому вводиться не тільки безрозмірність оцінки, а й спільний для всіх оцінок алгоритм знаходження їх значень, тобто повинен існувати загальний принцип знаходження значень базових показників. Крім того, вибір еталону необхідний для зіставлення за рівнем якості продукції різних галузей.

Тому вибір базових показників еталонів є важливим завданням кваліметрії. Еталони якості класифікують за призначенням і способом вираження.

Вибір базового зразка продукції. За базовий зразок можна прийняти реальний виріб або гіпотетичний виріб, для якого встановлені вимоги, які містять всі необхідні показники якості.

Розрізняють базові зразки, які встановлюють:

- середній досягнутий світовий рівень якості;
- середній досягнутий народногосподарський рівень;
- найвищий досягнутий народногосподарський рівень якості;
- економічно оптимальний рівень якості;
- перспективний народногосподарський рівень якості;
- перспективний світовий рівень якості. Базовими зразками

можуть бути:

- виріб, що планується;
- конкретний виріб;
- стандарт.

Заплановані базові показники слід установлювати на основі аналізу даних, встановлених вимогами споживачів (з урахуванням внутрішнього і зовнішнього ринків); досягнень науки і техніки, які визначають можливість створення заданих показників якості; показників якості експериментальних виробів на основі техніко-економічних розрахунків. Такі показники повинні мати значення, що забезпечують найвищий економічний ефект у народному господарстві та визначають економічну доцільність підвищення рівня якості на певний період часу.

Класифікація еталонів. За призначенням еталони поділяються на три групи:

- еталони, що відображають **досягнутий рівень якості** (державний чи світовий) і призначені для оцінювання якості серійної продукції, присвоєння їй класів і знаків якості;
- еталони, що відображають **перспективний рівень якості** продукції, яка проектується з метою вибору найкращого (оптимального) варіанта;
- **спеціальні еталони**, призначені для визначення динаміки зміни якості, отримання комплексних та інтегральних показників якості тощо.

За способом вираження еталони поділяються на **реальні** та **умовні** [3]. Реальні еталони задаються як конкретними

апробованими продуктами, так і стандартами чи полями значень показників якості, тобто інтервалами можливих значень.

При виборі оптимальних еталонів, їх порівнянні слід у першу чергу орієнтуватися на потреби споживача, соціальну обґрунтованість, специфіку регіону, серійність випуску та інші фактори.

Урахування інтервалу зміни показника властивостей. При аналізі інтервалів показників властивостей найзручніше користуватись лінійною залежністю між показниками P_{ij} та їх

оцінкою K_{ij} , тобто $K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^{баз}}$. З цієї формули видно, що оцінка K

характеризує ступінь наближення абсолютного показника P до базового $P^{баз}$. При цьому слід враховувати ступінь складності такого наближення, інтервал зміни показників, особливості та характер самих властивостей. Зокрема, оскільки абсолютний показник P_{ij} може набувати деяких проміжних значень з інтервалу у $P_{ij}^{max} \dots P_{ij}^{min}$, то в певному конкретному випадку визначають проміжну оцінку, а в кінцевому результаті загальна оцінка вираховується як середньоарифметичне всіх проміжних. Яка б методика розрахунку не використовувалась, врахування в тій чи іншій мірі інтервалів змін показників властивостей підвищує точність визначення оцінки якості.

Оцінка органолептичних властивостей. Під органолептичними властивостями будемо розуміти всі ті естетичні і ергонометричні властивості продукції, які діють безпосередньо на п'ять органів чуття людини (зір, слух, нюх, смак, дотик). У контексті загальної оцінки якості важливий не сам характер цих властивостей, а той факт, що більшість цих властивостей якості визначаються експертним способом, у той час як більшість інших властивостей якості визначаються метрологічними методами, тобто за допомогою фізичних вимірювань, в результаті експерименту. Ця корінна відмінність органолептичних властивостей породжує низку протиріч, зокрема, за трудомісткістю, точністю і відтворюваністю результатів.

Розглянемо коротко ці протиріччя на основі зіставлення органолептичних та інших властивостей.

Трудомісткість. Експертні методи є відносно трудомісткими. Дійсно, для оцінки лише однієї органолептичної властивості, наприклад, за методом Делфі, необхідна група висококваліфікованих експертів, які виставляють свої оцінки в декількох турах. У той же час визначення інших властивостей за допомогою приладів не є такими трудомісткими операціями, а перехід від вимірювань до оцінок здійснюється найчастіше за допомогою простих арифметичних дій.

Точність. Психофізіологічні можливості людини, з точки зору здатності розрізняти градації в інтенсивності органолептичних властивостей, порівняно обмежені. Так, наприклад, експериментально встановлено, що при використанні 100-бальної пікали оцінок людина (експерт) зазвичай оперує оцінками, які в кращому разі відрізняються одна від одної не менше ніж на 5 балів. Тобто точність оцінок (± 5 балів) лежить у межах 10 %. Але в більшості випадків для експертних оцінок органолептичних властивостей використовують 10, 5 і навіть 4-бальні шкали, що суттєво занижує точність оцінок. У той же час точність вимірювань метрологічними способами суттєво (іноді на багато порядків) вища за точність експертних оцінок.

Відтворюваність результатів. Достовірність будь-яких даних, отриманих експериментальним шляхом, оцінюється критерієм відтворюваності: досліди, проведені за однаковими вихідними даними, з використанням однакової методики, обов'язково повинні дати той самий результат, навіть якщо вони проводяться в різний час, в різних місцях і різними дослідниками. Саме відтворюваність результатів дослідження служить підтвердженням його правильності. Цій вимозі повністю відповідають метрологічні вимірювання, наприклад розмірів, ваги, яскравості тощо. Експертна оцінка органолептичних властивостей такою високою відтворюваністю не володіє. Адже, наприклад, при дегустації смакових властивостей харчових продуктів на оцінку експертів впливає ціла низка змінних факторів: вік, стать, стан здоров'я, час, настрої та ін. У результаті часто однакові за чисельністю і кваліфікацією групи експертів дають різні, тобто не відтворювані оцінки.

Як бачимо, за такими основними характеристиками, як трудомісткість, точність та відтворюваність експертні методи вимірювання абсолютних показників властивостей якості суттєво відстають і поступаються метрологічним. І в цьому полягає основне протиріччя: в комплексній оцінці поєднується два види оцінок, які суттєво відрізняються за точністю і достовірністю. Вихід з цього протиріччя можна очікувати в майбутньому, коли з'явиться можливість оцінювати абсолютну більшість органолептичних властивостей методами фізичних вимірювань. Адже більшість кваліметрологів висловлюють думку про існування принципової можливості метрологічних вимірювань всіх органолептичних властивостей, хоча розробка відповідних методів є складною проблемою кваліметрії.

Для органолептичного методу визначення якості продукції застосовують бальну систему оцінки показників якості. Для цього необхідно, насамперед, встановити перелік ознак, які найповніше характеризують якість продукції, наприклад, для взуття – силует, внутрішнє і зовнішнє оздоблення; для харчових продуктів – смак, запах, колір, структура тощо.

Для бальної оцінки пропонують використовувати, як правило, чотири оцінки якості: «відмінно», «добре», «задовільно», «погано». При цьому оцінка «погано» завжди відповідає 0 балів, оскільки метою оцінки є визначення рівня якості, а не ступеня непридатності виробу.

Для оцінки показників якості рекомендують два варіанти розподілу балів (таблиця 5.1).

За необхідності допускаються проміжні оцінки:

4,5 і 3,5 – у варіанті 1;

2,5 і 1,5 – у варіанті 2.

У разі необхідності можна застосовувати й інші варіанти розподілу балів.

Таблиця 5.1 – Варіанти бальної оцінки показників якості

Оцінка	Число балів	
	Варіант 1	Варіант 2
Відмінно	5	3
Добре	4	2
Задовільно	3	1
Погано	0	0

Похибка оцінки властивостей якості. Похибка комплексної оцінки є результуючою групи похибок, які з'являються при виконанні різних операцій відповідно до алгоритму комплексної оцінки. Похибка комплексної оцінки може бути показана у вигляді:

$$\Delta K_0 = f(\Delta K_C, \Delta K_B, \Delta K_{II}, \Delta K_K), \quad (5.1)$$

де ΔK_C – похибка за рахунок не враховування всіх властивостей якості; ΔK_B – похибка визначення вагомості властивостей; ΔK_{II} – похибка оцінки простих властивостей; ΔK_K – похибка оцінки складних властивостей.

Розглянемо детальніше ці похибки. Кількість властивостей, які використовують для оцінки якості продукції, завжди менша кількості властивостей, які повністю характеризують її якість. Тобто в процесі оцінки відкидаються деякі властивості, отже, вноситься похибка в комплексну оцінку якості. Правда, при оцінюванні не враховують, як правило, ті властивості, вагомості яких менші за вагомості враховуваних. Повинен діяти принцип, що вагомість будь-якої з відкинутих властивостей менша за вагомість будь-якої з врахованих. При цьому сумарна вагомість відкинутих властивостей суттєво менша за сумарну вагомість врахованих властивостей. Для даної проблеми важливо провести оптимальний вибір кількості властивостей виходячи з вагомостей і внеску даного виду похибок.

Вагомості властивостей найчастіше визначають експертним способом. Похибки експертного методу залежать від багатьох факторів: кількості врахованих властивостей, кваліфікації і кількості експертів, універсальності продукції та її призначення, кількості наявної інформації та ін. Тому важливо проаналізувати ступінь впливу цих факторів на похибку визначення вагомості.

Що стосується визначення похибки оцінки простих властивостей, то для цього слід визначити ступінь точності експертних оцінок простих властивостей, а також використовуваних з цією метою формул.

Комплексну оцінку якості продукції отримують шляхом зведення воедино оцінок простих і складних властивостей всіх рівнів ієрархії. Комплексні оцінки розраховуються за різними

формулами і похибка залежатиме від того, яка функція усереднення є оптимальнішою. При експертному методі комплексної оцінки для її точності дуже важливим є вибір шкал.

Коефіцієнт вето. Одним з найважливіших завдань кваліметрії є зведення воедино в рамках комплексного критерію якості різноманітних показників, що характеризують окремі властивості продукції. При цьому важливо, щоб усереднення оцінок не затушовувало недопустимі відхилення якихось окремих властивостей за межі визначених інтервалів $P_j^{\max} \dots P_j^{\min}$.

Існує ціла низка математичних моделей розрахунку комплексних показників, які забезпечують дотримання меж ($P_j^{\max} \dots P_j^{\min}$). У таких моделях комплексний показник якості падає до нуля у випадках, коли показник властивості виходить за вказані допустимі межі. Найпростіше таку умову можна записати у вигляді

$$K_0 = 0 \text{ при } \begin{cases} P_j - P_j^{\min} < 0 \\ \text{чи} \\ P_j^{\max} - P_j < 0 \end{cases}, \quad (5.2)$$

для всіх $j(j=1,2,\dots,n)$.

У моделі В. А. Вознесенського у формулу для розрахунку комплексного показника якості K_0 вводиться знак «±», і вважається, що значення $K_0 > 0$ (знак «+») тільки у випадку дотримання умови $P_j^{\min} \leq P_j \leq P_j^{\max}$.

У деяких методиках комплексний показник якості K_0 визначають як середньгеометричну величину окремих властивостей. Перевага цих методик в тому, що коли один з показників K_j впаде до нуля, то комплексний показник K_0 також перетворюється в нуль.

Оригінальним і вдалим є запровадження особливої функції $\varphi(P_j)$

$$K_0' = \varphi(P_j)K_0, \quad (5.3)$$

яка за певних умов перетворюється в нуль, тим самим перетворюючи в нуль комплексний показник якості K_0 . Така функція за пропозицією Ю. І. Йориша називається **коефіцієнтом вето**. Деякі автори визначають коефіцієнт вето за виразом

$$j(P_j) = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n K_j^{\min}}, \quad (5.4)$$

де n – кількість основних властивостей якості; K_j^{\min} – оцінка показника j -ї властивості, що має мінімальне значення, при $P_j < P_j^{\min}$ значення $K_j^{\min} = 0$.

Але такий коефіцієнт реагує на вихід абсолютного показника окремої властивості P_j тільки за нижню межу і нечутливий до перевищення верхньої межі, тобто він не є універсальним і має обмежену галузь застосування. Разом з тим вказаний коефіцієнт вето спотворює істинний комплексний показник якості K_0 і в допустимих межах окремих властивостей, оскільки $K_0' \neq K_0$.

Щоб уникнути вказаних недоліків, коефіцієнт вето вираховують через функцію Хевісайда за формулою

$$j(P_j) = \prod_{j=1}^n \sigma_0(P_j - P_j^{\min}), \quad (5.5)$$

де $\sigma_0(P_j - P_j^{\min})$ – одинична функція Хевісайда, $\sigma_0 = 0$ при $P_j < P_j^{\min}$ і $\sigma_0 = 1$ при $P_j \geq P_j^{\min}$.

Даний коефіцієнт вето вже не спотворює комплексного показника якості, але знову ж таки не реагує на перевищення верхньої межі P_j^{\min} . Цього вдалося позбутися в такому виразі коефіцієнта вето:

$$\varphi(P_j) = e^{-t}, \quad (5.6)$$

де $t = \left[\sum_{j=1}^n \left(\frac{P_j}{P_j^{\max} c} \right)^{2d} + \sum_{j=1}^n \left(\frac{P_j^{\min}}{P_j b} \right)^{2d} \right]$; а c і b – додатні числа, ненабагато більші за 1, наприклад, $c=1,0001$; d – велике додатне число, наприклад, $d=20000$.

За цією формулою коефіцієнт вето спадає майже до нуля при виході значень P_j за допустимі межі (це спричиняють нерівності

$\frac{P_j}{P_j^{\max}} > 1$ і $\frac{P_j^{\min}}{P_j} > 1$ і дорівнюватиме одиниці при виконанні умов

$$\frac{P_j}{P_j^{\max}} \leq 1 \text{ і } \frac{P_j^{\min}}{P_j} \leq 1. \quad (5.7)$$

Як бачимо останній коефіцієнт вето усуває недоліки попередніх моделей, що, однак, не виключає можливості розробок ще ефективніших і оптимальніших методик.

Оцінка якості і параметр часу. Майже всі оцінки властивостей K_j є функціями часу, а значить, і комплексна оцінка якості K_0 також є функцією часу. У зв'язку з цим необхідно вносити поправки, які б враховували залежність від часу. Найпростішим є шлях врахування неперервної тенденції змін якості.

Для вирішення цієї проблеми німецькі автори Е. Трукс і А. Прюсман пропонують ввести поправковий коефіцієнт ρ і комплексну оцінку виражати формулою

$$K'_0 = K_0 - \rho, \quad (5.8)$$

де K_0 – комплексна оцінка якості без врахування параметра часу, значення якої знаходяться в інтервалі 0...1; ρ – поправковий коефіцієнт, який призводить до зменшення оцінки якості з плином часу і виражається експонентою

$$\rho = 1 - e^{-t/T_A}, \quad (5.9)$$

де t – час, що пройшов з моменту появи нового продукту на ринку;
 T_A – константа, залежна від виду продукції.

В. Ф. Пугачов для врахування фактора часу пропонує запровадження зважувальної функції $Q(t)$ при виконанні таких умов:

$$\begin{cases} Q(0) = 1 \\ Q(\infty) = 0 \\ 1 > Q(t) > 0 \end{cases} \quad \text{і} \quad Q(t) = e^{-at},$$

де a – додатний параметр, що визначається видом продукції.

З урахуванням такої зважувальної функції комплексна оцінка якості матиме вигляд

$$K'_0 = K_0 Q(t). \quad (5.10)$$

Зрозуміло, що для кожного виду продукції і кожного виду оцінок якості існують свої часові коефіцієнти.

Питання і завдання для самоконтролю і самостійної роботи

- 1 Яку кількість властивостей необхідно враховувати в кваліметрії?
- 2 Як оцінюють рівень якості продукції?
- 3 Зобразіть схему оцінки рівня якості продукції.
- 4 Опишіть призначення еталона в кваліметрії.
- 5 Як проводиться вибір базового зразка продукції?
- 6 Наведіть класифікацію еталонів.
- 7 Як враховують інтервали зміни показників властивостей?
- 8 Охарактеризуйте оцінювання органолептичних властивостей.
- 9 У чому полягає трудомісткість методів кваліметрії?
- 10 Як визначають точність методів кваліметрії?
- 11 Охарактеризуйте відтворюваність результатів, отриманих експериментальним шляхом.
- 12 Як розраховують похибки оцінок властивостей якості?
- 13 Що називається коефіцієнтом вето в кваліметрії?

14 Охарактеризуйте розрахунок коефіцієнта вето за різними методиками.

15 Опишіть взаємозв'язок оцінки якості і параметра часу.

16 Охарактеризуйте використання зважувальної функції в оцінці якості.

17 Зобразіть залежність зважувальної функції від часу.

ЛЕКЦІЯ 6. Особливості оцінки якості послуг

1 Особливості оцінки якості послуг.

2 Роль стандартизації і сертифікації у галузі послуг.

3 Петля якості послуг.

4 Матеріальні і нематеріальні послуги.

5 Основні характеристики, які визначають вимоги до послуг.

6 Комплексний показник якості побутових послуг.

Галузь послуг набуває все більшого значення для економіки держав. Європейська Комісія розпочала дослідження з метою аналізу застосування методології визначення якості в Європі постачальниками послуг в громадському і приватному секторах, а також сприяння розробленню передових проектів, призначених стимулювати прийняття систем якості у галузі послуг.

Галузь послуг включає побутове і комунальне обслуговування населення, транспорт, медицину, послуги пов'язані з туризмом, відпочинком, ремонтом квартир, транспортних засобів, проведенням освітніх, культурно-масових і оздоровчих заходів. Сюди ж потрібно віднести й інші види послуг, які надаються громадянам згідно з класифікацією.

За своєю суттю принципи оцінки рівня якості послуг не відрізняються від принципів оцінки об'єктів техніки і технології, промислової продукції і товарів народного споживання. В обох випадках необхідним є встановлення базового рівня, наприклад, найбільш розповсюдженої суспільно-громадської практики або стандартизованих послуг; установа параметрів (характеристик) послуг, достатньо важливих для споживача; визначення коефіцієнтів вагомості цих параметрів тощо.

Однак послуги мають низку особливостей, які не можна не враховувати для оцінки їх якості. До них можна віднести:

- разовий характер послуги, іноді не матеріалізований у будь-якому об'єкті, який піддається вимірюванню, наприклад, медична консультація;

- наявність крім самої послуги, певної фази «обслуговування» – до і після виконання цієї послуги;

- досить висока регіональна, національна й інша залежність уявлення про якість послуги, що ускладнює оцінку.

Частка послуг у світовій торгівлі становить 25 %; за прогнозами експертів, обсяг торгівлі послугами перевищуватиме обсяг торгівлі товарами. На сьогоднішній день найпотужніші експортери послуг – США і західноєвропейські країни. Однак такі азіатські країни, як Китай і Таїланд, за щорічним приростом експорту послуг займають перше місце у світі (в основному завдяки телекомунікаціям і передачі інформації). Завдяки можливостям електронного зв'язку постійно розширюються послуги з кредитування під заставу, страхування, обміну валют, брокерських операцій та ін. У Росії частка послуг у внутрішньому валовому продукті наближається до 30 %.

Сертифікація послуг неможлива без її стандартизації. Стандартизація у галузі послуг – це також спосіб забезпечення захисту інтересів споживачів в аспектах безпеки для життя і здоров'я людини та екології.

У світовій практиці стандартизація повністю охоплює готельне господарство, туризм, пасажирські та вантажні перевезення, зв'язок, освіту, банкову справу.

Послуга для стандартизації є складним об'єктом, оскільки не всі її характеристики можна виразити у кількісній формі. У цьому й полягає особливість сертифікації послуг.

Світовий досвід у цій галузі стандартизації достатній, для того щоб бути базою міжнародної стандартизації. Так, 180 країн розробляють міжнародні стандарти для послуг банків і хімчисток; інші міжнародні і регіональні організації (Європейська організація з автотуризму, Міжнародний союз залізниць, Всесвітня туристична організація, Міжнародний союз електрозв'язку та ін.) працюють над стандартизацією послуг у своїх галузях.

Особливо актуальною є стандартизація послуг, пов'язана з обслуговуванням після продажу. Вона повинна уніфікувати підхід до виробників, постачальників послуг і операторів. Стандарти на послуги є стимулом для конкуруючих у цій галузі фірм щодо підвищення якості і вдосконалення асортименту послуг за умови забезпечення їх базового рівня. Обслуговування після продажу – один з факторів конкурентоспроможності товару, тому вибір, зроблений споживачем з урахуванням цього фактора, може стати вибором ним товару.

Генеральна угода з торгівлі послугами (GATS), яка стосується практично всіх видів послуг, що є предметом міжнародної торгівлі, 1995 р. вступила в силу. Країни-члени Всесвітньої торгової організації (WTO) одержують всі права і переваги з торгівлі послугами, наведені в GATS, а споживачі послуг мають вигоди від більш прийнятних цін і розширення асортименту пропонованих послуг. Однак ці країни мають виконувати певні обов'язки. Насамперед це стосується стандартизації послуг і гармонізації національних стандартів, щоб нормативні документи не стали перешкодою для підвищення якості послуг і не створювали технічних бар'єрів. Членами WTO сьогодні є понад 130 країн.

Генеральна угода охоплює банківські і страхові послуги, операції з цінними паперами, різні види транспорту, телекомунікації, будівництво, туризм, освіту, індустрію відпочинку, консультаційні, медичні послуги тощо.

В умовах ринкової економіки виникла потреба в оцінці нерухомості. Закордонні стандарти не враховують специфіки вітчизняного земельного законодавства.

В Україні розроблено класифікатор послуг, упорядковано термінологію, яку використовують у законодавчих актах і в галузях послуг. Велика робота передбачається для створення методів контролю і оцінки якості послуг, а з цим безпосередньо пов'язане ще одне складне завдання – встановлення номенклатури показників якості як самих послуг, так і обслуговування. Одним із шляхів підвищення якості послуг є їх сертифікація. Досвід інших країн говорить, що вже при підготовці до сертифікації послуг керівництво і персонал підприємств (готелів, ресторанів, туристичних бюро) вживають заходів щодо забезпечення тих мінімальних вимог, які закладені в нормативних документах.

Головний аспект сертифікації послуг – їх безпека, у зв'язку з чим провадиться робота з диференціації послуг за ступенем безпеки.

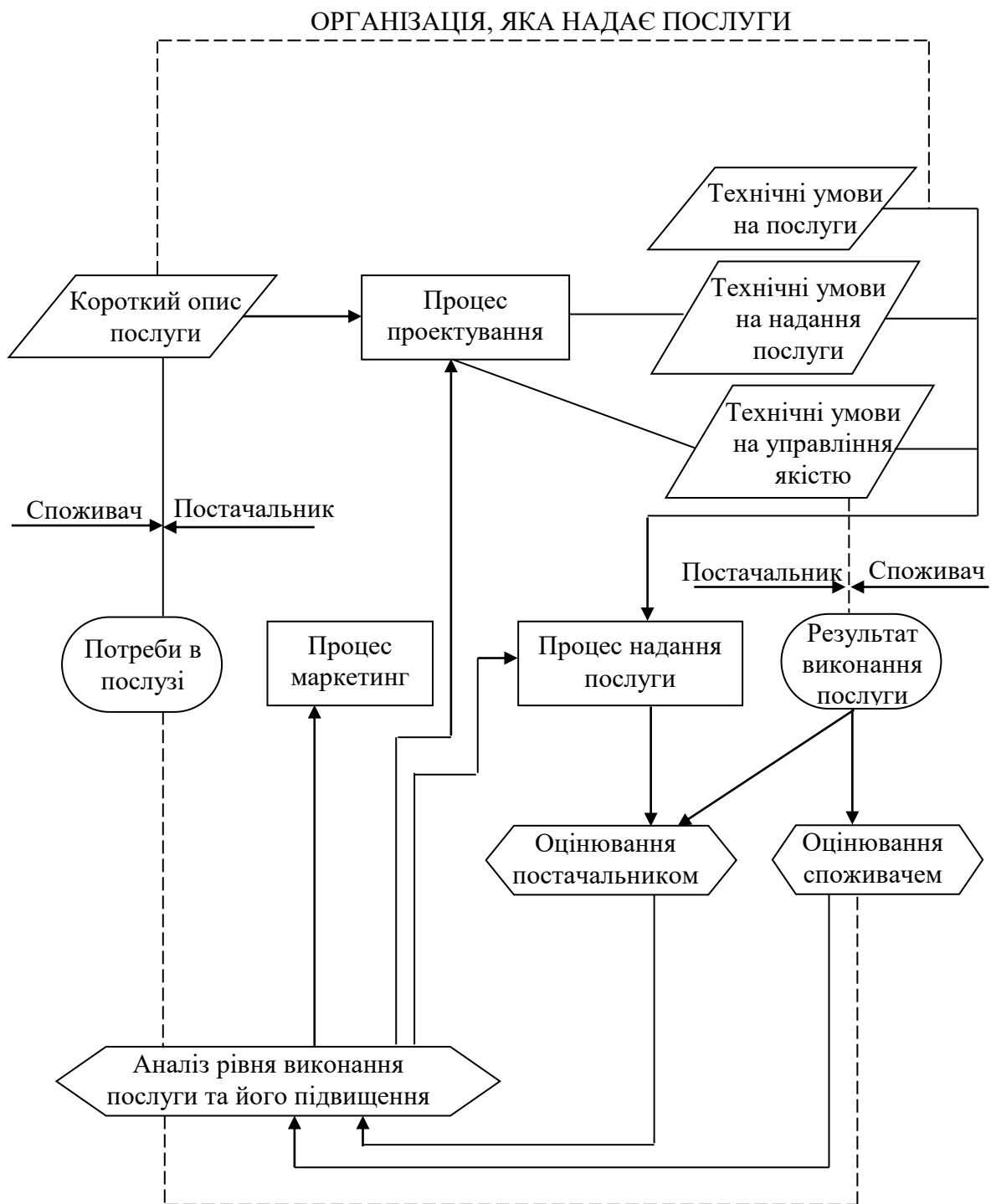
Поряд зі стандартизацією самих послуг провадиться стандартизація систем забезпечення якості послуг, що необхідно для сертифікації окремих видів послуг. Розробляються нові технічні засоби та технології, спрямовані на підвищення якості послуг. У рамках системи якості повинні бути розроблені методики, які встановлюють вимоги до здійснення всіх пов'язаних з виконанням послуги процесів (основні складові – маркетингові дослідження ринку послуг, проектування послуги, вимоги до послуги, організація технологічного процесу і контролю, надання послуги, результат послуги, оцінка виконавцем і замовником), які функціонують у петлі якості (рисунок 6.1).

Якість послуги значною мірою обумовлена діями, пов'язаними із заходами, що виконуються за результатами зворотного зв'язку (встановленого між взаємодіючими елементами петлі якості) і сприяють підвищенню якості послуг:

- з оцінюванням наданої послуги постачальником;
- з оцінюванням отриманої послуги споживачем;
- з перевітками якості реалізації всіх елементів системи якості та їх ефективності.

Реалізація обов'язків України щодо GATS стимулює посилення уваги до питань стандартизації у галузі послуг та їх сертифікації.

Основні принципи систем сертифікації послуг такі ж, як для систем сертифікації продукції: обов'язковість і добровільність, умова третьої сторони, акредитація органів з сертифікації, видача сертифіката відповідності тощо. Однак є деякі особливості послуг як об'єкта сертифікації, а саме: безпосередня взаємодія виконавця і споживача при наданні послуг; дія на споживача умов обслуговування; одночасність виробництва і споживання деяких послуг; умовність поняття «транспортування і зберігання» послуг; оцінка якості послуг самим споживачем.





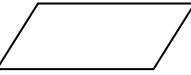

-  Потреби в послугі / результат виконання послуги
-  Процеси виконання послуги
-  Документи на процеси виконання послуги
-  Пов'язані з послугою заходи

Рисунок 6.1 – Петля якості послуги

За функціональним критерієм послуги поділяють на матеріальні та нематеріальні. Матеріальні – це послуги, які впливають на споживчі властивості предмета (зміна властивостей, виготовлення на замовлення, створення умов для споживання послуги). Нематеріальні (соціально-культурні) впливають на морально-психологічний, фізичний і духовний стан споживача. Схема сертифікації послуг вибирається шляхом уведення в процедуру певного набору дій:

- перевірка результатів матеріальної послуги;
- сертифікація систем якості обслуговування;
- атестація персоналу, який виконує послуги;
- атестація способів (технології) надання послуг;
- сертифікація всього підприємства, яке надає послуги;
- інспекційний контроль.

Нормативною базою сертифікації послуг є міжнародні, регіональні та національні стандарти, діючі санітарно-гігієнічні норми і правила, а також нормативні документи, затверджені органами державного управління для конкретних видів послуг.

Цікавим є підхід до якості послуг в Японії. Тут пропонують умовно класифікувати параметри якості послуг на основі їх значимості для споживачів. З цієї точки зору слід розрізняти:

- «внутрішня» якість, яка не знаходиться в полі зору споживачів (наприклад, технічне обслуговування);
- «матеріальна» якість, помітна для споживача (якість товару, готельного обслуговування, ресторанного харчування тощо);
- «нематеріальна» якість, у полі зору споживача (правдивість реклами, грамотно оформлена документація, доступні для розуміння інструкції з користування тощо);
- «психологічна» якість (гостинність, ввічливість, увага);
- час обслуговування.

Такий підхід дозволяє більш вірогідно оцінювати відповідність послуги вимогам споживачів і виробляти належні критерії для сертифікації. У цьому аспекті певним досягненням світового досвіду з оцінки послуг вважають прийняття ISO міжнародного стандарту ISO 9004-2 «Керівні вказівки з послуг», які є методичною основою для національної стандартизації та сертифікації послуг.

Загалом до характеристик, які визначають вимоги до послуг, відносять: час очікування, дотримання термінів виконання, чисельність персоналу й одиниць устаткування, інші кількісні характеристики, ступінь довіри споживачів, безпечність, ввічливість, естетичність, зручність, гігієнічність та інші якісні характеристики.

Характеристикою якості побутових послуг, наприклад, може бути комплексний показник, який ураховує якість виконання ($K_{вик}$), культуру обслуговування $K_{клт}$ і доступність $K_{дост}$.

$$K = K_{вик} \times K_{клт} \times K_{дост}.$$

Кожний з цих елементів має складну структуру і може бути визначений з певною точністю через низку інших показників.

Питання і завдання для самоконтролю і самостійної роботи

- 1 Охарактеризуйте особливості оцінювання якості послуг.
- 2 Опишіть частку послуг у світовій торгівлі.
- 3 Яка роль стандартизації і сертифікації у галузі послуг?
- 4 Охарактеризуйте світові тенденції у галузі послуг.
- 5 Які основні дії і заходи, що сприяють підвищенню якості послуг?
- 6 Зобразіть петлю якості послуг.
- 7 Опишіть матеріальні і нематеріальні послуги.
- 8 Охарактеризуйте дії при сертифікації послуг.
- 9 Опишіть значимість параметрів якості послуг для споживача.
- 10 Як найвірогідніше оцінити відповідність послуг вимогам споживача?
- 11 Дайте основні характеристики, які визначають вимоги до послуг.
- 12 Як визначається комплексний показник якості побутових послуг?

ЛЕКЦІЯ 7. Деякі галузі застосування кваліметрії. Кваліметрія і технічний прогрес

- 1 Оцінювання показників роботи певного підприємства.
- 2 Зв'язок кваліметрії з іншими науками.
- 3 Рівень технічного прогресу за приростом інтегральної якості.
- 4 Економічні теорії і дослідження операцій у кваліметрії.

Технічний прогрес є однією з основних ознак розвитку цивілізації. Кваліметрія дає нам дієвий інструмент опису і оцінки технічного прогресу. Наприклад, за методикою В. А. Трапезникова для оцінки технічного прогресу в загальнодержавному масштабі зручно користуватися показником продуктивності праці V , як відношення національного доходу до кількості працівників. Для визначення V користуються формулою

$$V = K\sqrt{\Phi U}, \quad (7.1)$$

де K – константа, що визначається природними умовами (у більшості випадків дорівнює одиниці); Φ – фондоозброєність – відношення вартості виробничих фондів до кількості працівників; U – коефіцієнт «рівня знань», характеризує дієвість фондоозброєності і засобів праці, в широкому плані характеризує науково-технічний рівень на даний період.

Знаючи продуктивність праці V , за останньою формулою можна знайти коефіцієнт U , який характеризує всі основні показники технічного прогресу загальнодержавного рівня.

На нижчому рівні – галузь, окреме підприємство – зручно користуватися добутком коефіцієнта якості продукції на її кількість DK_0 . Оскільки в загальному випадку кількість продукції не еквівалентна її якості, то коректнішим буде вираз

$$D^u K_0^v, \quad (7.2)$$

де $0 \leq U \leq 1$ при $D \geq 1$; $U > 1$ при $0 \leq D < 1$; $0 \leq K_0 \leq 1$ і $V \geq 0$.

Значення показників степеней U і V визначаються окремо для кожного виду продукції, наприклад, експертним методом.

Цікавим є те, що останній вираз відповідає споживчій вартості СВ у відносних одиницях

$$CB = D^U K_0^V. \quad (7.3)$$

Для оцінки показника роботи певного підприємства може використовуватися співвідношення між споживною вартістю його продукції і сумарними затратами:

$$\frac{BC}{C\Sigma} = \frac{D^U K_0^V}{C\Sigma}. \quad (7.4)$$

З лівого боку даного виразу ми отримали показник інтегральної якості K_Σ , який і є універсальним критерієм технічного прогресу, бо враховує кількість, якість та вартість виробництва і споживання продукції. Ще краще характеризує технічний прогрес приріст інтегральної якості $\Delta K_\Sigma = K_{\Sigma_2} - K_{\Sigma_1}$,

або відносний приріст $Y_{тем} = \frac{\Delta K_\Sigma}{K_{\Sigma_1}} \%$. У даному випадку величина

$Y_{тем}$ є мірою темпу технічного прогресу. Для об'єктивності показник $Y_{тем}$ слід порівнювати до якогось еталону $Y_{тем}^{баз}$, наприклад, показника технічного прогресу найрозвинутіших країн. Тут знову доцільно скористатися відносним показником

$$Y_{тем}^{баз} = \frac{Y_{тем}}{Y_{тем}^{баз}}, \quad (7.5)$$

І на загальнодержавному, і на локальному рівнях важливим є не тільки технічний прогрес сам по собі, а технічний прогрес з такими темпами, при яких буде скорочуватися відставання показників якості від еталонних, базових. У цьому плані особливу роль відіграє стандартизація. Високий рівень стандартів є необхідною умовою присутності на загальносвітових ринках, зокрема, в Євросоюзі.

Кваліметрія і врахування морального зношування. У час стрімкого технічного розвитку питання морального зношування продукції, застарілості її асортименту надзвичайно актуальні. Для більшості продукції час морального зношування t_m значно менший за її фізичний термін служби t_ϕ . Протягом тривалого часу встановилась світова тенденція зростання різниці між t_ϕ і t_m . Тому з метою зменшення економічних втрат доцільно було б зближувати ці терміни (в ідеальному випадку має бути збіг $t_\phi = t_m$).

Для коректної оцінки морального зношування продукції слід оптимально враховувати і матеріальні затрати на її виготовлення і її споживчу вартість. Л. Ф. Ахременко запропонував достатньо оптимальну формулу для розрахунку морального зношування:

$$T_m = 0,5t_{np} + t_n + t_{od} + t_e, \quad (7.6)$$

де t_{np} – час повної розробки проекту чи технічної документації продукції; t_n – час між закінченням технічної документації і початком виготовлення продукції; t_{od} – час на виготовлення одного виробу; t_e – загальний експлуатаційний термін продукції.

Правда, в цій формулі параметр 0,5 для ряду видів продукції повинен дещо змінюватися, та й сама формула не може бути застосована для всіх видів продукції.

Якщо враховувати матеріальні затрати C_Σ на виготовлення продукції і її споживчу вартість CB , то, встановивши їхні середньоринкові значення $\overline{C_\Sigma}$ і \overline{CB} , критерії морального зношування i -ї продукції можна записати таким чином:

$$\begin{cases} CB^i \leq \overline{CB} \\ C_\Sigma^i \geq \overline{C_\Sigma} \end{cases}. \quad (7.7)$$

Продукція з такими параметрами є морально застарілою. Якщо ж виконуються спірні співвідношення типу

$$\left\{ \begin{array}{l} CB^i > \overline{CB^i} \\ C_{\Sigma}^i > \overline{C_{\Sigma}^i} \end{array} \right. \text{чи} \left\{ \begin{array}{l} CB^i < \overline{CB^i} \\ C_{\Sigma}^i < \overline{C_{\Sigma}^i} \end{array} \right., \quad (7.8)$$

то зручно запровадити параметри:

$$\frac{CB^i}{\overline{CB^i}} = a \text{ та } \frac{C_{\Sigma}^i}{\overline{C_{\Sigma}^i}} = b \quad (7.9)$$

і дотримуватись критерію, що продукція буде морально застарілою при $a < b$, тобто коли показник інтегральної якості

$$K_{\Sigma}^i < K_{\Sigma}^i . \quad (7.10)$$

При цьому слід остерігатися високих значень K_{Σ} продукції низької якості (CB низька), але з дуже низькими затратами C_{Σ} . Зрозуміло, що ніякі низькі витрати не компенсують низької якості, тому в критерії якості K_{Σ} мають бути накладені обмеження на низькі значення CB . Тобто слід встановити межу CB_{\min} , нижче якої при $CB < CB_{\min}$ значення K_{Σ} різко спадають практично до нуля. Крім цього необхідно об'єктивно відображати економічну ефективність використання продукції, зручність її використання та інші фактори.

Зв'язок кваліметрії з іншими науками. Кваліметрія – міжгалузєва наукова дисципліна і тісно пов'язана з цілою низкою дисциплін: тими, дані яких використовуються у кваліметрії (метрологія, експериментальна психологія, прикладна математика), і тими, які самі використовують дані кваліметрії (теорія економічної ефективності, дослідження операцій, аксіологія).

Кваліметрія використовує дані, отримані в **метрології**, як фундамент для своїх подальших розрахунків. Адже розрахунок комплексних оцінок починається з пошуку диференціальних оцінок окремих властивостей якості K_j . Для цього потрібно знати значення абсолютних показників властивостей P_j , які у більшості

випадків вимірюються приладами, шляхом фізичного експерименту.

Важливу роль у кваліметрії відіграють експертні методи, зокрема, при визначенні вагомостей M_j характеру залежності між абсолютними показниками P_j і оцінками K_j тощо. Розвиток цих методів тісно пов'язаний з **експериментальною психологією**, зокрема, з даними про психофізіологічні можливості людини (експерта), вимогами до психологічних характеристик експертів, рекомендаціями до процедур проведення експертних опитувань тощо.

Багато методів кваліметрії використовує апарат **прикладної математики**. Одні проблеми легко вирішуються із застосуванням цього апарату, інші значно складніше. Так чи інакше очевидно, що підходи і методики прикладної математики вкрай необхідні для кваліметрії.

У **теорії економічної ефективності** всі критерії і положення прив'язані до зіставлення результатів проведення того чи іншого заходу із затратами на цей захід. При цьому важливо, щоби поряд із собівартістю враховували і оцінку якості продукції. Таким чином кваліметричні оцінки в розрахунках економічної ефективності забезпечують достовірніше порівняння варіантів і підвищують точність розрахунків.

Дослідження **операцій** – це наукова дисципліна, яка вивчає методи визначення найоптимальніших стратегій поведінки і прийняття рішення. Цю оптимальність описують певними критеріями. І якщо шукана стратегія пов'язана з оптимізацією якості, то природно, що критерій і коефіцієнти кваліметрії тут підійдуть найкраще. Разом з тим кваліметрія в деяких випадках користується методами дослідження операцій.

Аксіологія (теорія цінностей) займається визначенням підходів для оцінювання всіх духовних і матеріальних цінностей, пов'язаних з людиною. Її зв'язок з кваліметрією є дуже тісний, оскільки всі об'єкти мають певну якість. Тому кваліметрію можна розглядати навіть як певний розділ аксіології. Аксіологія так відноситься до кваліметрії, як економіка до економетрії, біологія до біометрії, соціологія до соціометрії тощо.

Шляхи підвищення якості та конкурентоспроможності вітчизняної продукції та послуг. Українським товариством з якості запропонована концепція і розроблена «Програма створення умов і механізмів поліпшення якості продукції, послуг та підвищення конкурентоспроможності підприємств усіх форм власності», що рекомендована до впровадження у регіонах України. Ключовим моментом є впровадження загального менеджменту якості – TQM, ISO 9001: 2000 «Система управління якістю», ISO 14000 «Система управління навколишнім середовищем», BS 8800 «Система управління охороною праці».

Метою концепції є забезпечення ефективної організації створення в регіонах умов та механізмів, які б стимулювали підприємства до підвищення досконалості, ділової активності та сприяли вдосконаленню процесів покращення якості продукції та послуг, розробці та сертифікації систем якості. Визначені основні завдання та принципи реалізації програми.

Наприклад, за ініціативи Ради з питань якості при облдержадміністрації Львівської області розроблена регіональна програма з підвищення якості та конкурентоспроможності продукції. Її метою є: забезпечення впровадження на підприємствах Львівської області систем управління якістю та навколишнім середовищем відповідно до міжнародних стандартів ISO 9000 та 14000; створення організаційних, економічних і соціальних умов, які сприяють підвищенню якості продукції; стимулювання активності суб'єктів господарювання; поліпшення техніко-економічних показників роботи підприємств; збільшення обсягів виробництва та поставлення на виробництво нових видів конкурентоспроможної продукції, забезпечення розвитку експорту; створення нових робочих місць; підвищення якості життя населення Львівської області.

Програма складається з таких підпрограм:

- мотивація якості;
- навчання кадрів.

Інженерне забезпечення якості та конкурентоспроможності продукції:

- інформаційно-методичне забезпечення якості;
- створення нових конкурентоспроможних видів продукції.

Незважаючи на складні економічні умови провідні вітчизняні підприємства досягають значних результатів (про що свідчать нагороди за якість) у галузі управління якістю, вони здатні задовольняти на високому рівні потреби споживачів і власних працівників, сприяти розв'язанню проблем, що стоять перед суспільством.

Питання і завдання для самоконтролю і самостійної роботи

- 1 Як описують технічний прогрес на підставі кваліметрії?
- 2 Опишіть оцінювання показників роботи певного підприємства.
- 3 Охарактеризуйте рівень технічного прогресу за приростом інтегральної якості.
- 4 Як враховують моральну зношеність у кваліметрії?
- 5 Наведіть формули розрахунку моральної зношеності.
- 6 Охарактеризуйте зв'язок кваліметрії з іншими науками.
- 7 Як використовує кваліметрія дані метрології?
- 8 Опишіть зв'язок кваліметрії з психологією та аксіологією.
- 9 Як пов'язана кваліметрія з математикою?
- 10 Охарактеризуйте роль економічної теорії і дослідження операцій у кваліметрії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Ціж Б. Р., Байцар Р. І. Основи кваліметрії. Львів: ФОП Корпан Б. І., 2008. 110 с.
- 2 Шаповал М. І. Менеджмент якості: підручник. Київ: Знання, 2002.
- 3 Лагута Г. Г. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Кваліметрія та управління якістю» для студентів спеціальності 7.000001 «Якість, стандартизація та сертифікація» денної форми навчання. Суми: Вид-во СумДУ, 2003. 27 с.

Е. С. Геворкян
ОСНОВИ КВАЛІМЕТРІЇ

Конспект лекцій

Відповідальний за випуск Геворкян Е. С.

Редактор Решетилова Н. В.

Підписано до друку 21.12.20 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 5,0. Тираж 5. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.