

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**КВАЛІМЕТРІЯ, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА
КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ**

Конспект лекцій

Харків
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**КВАЛІМЕТРІЯ, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА
КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ**

Конспект лекцій

для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»
усіх форм навчання

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 2 від 27.06.2024 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2024

Конспект лекцій з дисципліни «Кваліметрія, управління якістю та конкурентоспроможність продукції» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Уклад. Н. В. Козакова – Харків : НТУ «ХП», 2024. – 150 с.

Укладач: Н. В. Козакова

Рецензент: В. О. Федорович

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування» ім. М. Ф. Семка

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Лекція № 1. Вступ до кваліметрії.....	5
Лекція № 2. Якість і принципові задачі кваліметрії.....	11
Лекція № 3. Показники якості.....	19
Лекція № 4. Якість продукції на етапах її життєвого циклу.....	27
Лекція № 5. Методи кваліметрії.....	36
Лекція № 6. Експертний метод оцінювання показників якості.....	43
Лекція № 7. Формування експертної комісії.....	50
Лекція № 8. Залежність між вимірюванням і оцінкою властивостей.....	56
Лекція № 9. Вимірювання показників якості і вимірювальні шкали.....	60
Лекція № 10. Комплексна оцінка та інтегральні показники якості продукції....	70
Лекція № 11. Оцінка якості продукції змішаним методом, індексами. Коефіцієнт сортності, індекс дефектності. Форми вираження оцінки показників якості.....	77
Лекція № 12. Актуальні проблеми кваліметрії.....	82
Лекція № 13. Деякі параметри оцінки якості продукції.....	90
Лекція № 14. Особливості оцінки якості послуг.....	94
Лекція № 15. Управління якістю і контроль.....	103
Лекція № 16. Поняття дефектності і сучасні методи управління якістю продукції.....	109
Лекція № 17. Якість і елементи конкурентоспроможності.....	117
Лекція № 18. Конкурентоспроможність і номенклатура параметрів, які використовуються при її оцінці.....	126
Лекція № 19. Методи оцінки конкурентоспроможності.....	135
Лекція № 20. Кваліметрія і технічний прогрес, галузі застосування кваліметрії.....	141
Література.....	148

ВСТУП

Конспект лекцій з дисципліни «Кваліметрія, управління якістю та конкурентоспроможність продукції» покликаний допомогти студентам у засвоєнні теоретичного матеріалу цієї дисципліни, як в умовах аудиторного, так і дистанційного навчання.

Кваліметрія – наука, що вивчає методологію та проблематику комплексного вимірювання та кількісного оцінювання якісних характеристик будь-якого об'єкта або системи. Кваліметрія є складовою комплексної науки про якість, її розглядають як частину теорії управління якістю, теорії прийняття рішень, що ґрунтується на виборі найбільш оптимальних методів і засобів впливу на об'єкт з метою підвищення його здатності задовольняти існуючі та майбутні потреби людей. Кваліметрія – міжгалузєва наукова дисципліна, суміжна зі стандартизацією, метрологією, економікою, правом, психологією тощо, яка використовує у своїх дослідженнях методи лінійного, нелінійного і динамічного програмування, методи експериментальної психології, методи математичної статистики і теорію статистичних рішень, системний аналіз та ін.

Управління якістю є науковим напрямом, що вивчає теорію та практику управління стосовно сфери якості. Предмет його дослідження – сукупність теоретичних, методичних та практичних питань управління якістю продукції та послуг.

В умовах ринкової економіки конкурентоспроможність продукції, послуг, підприємств безпосередньо залежить від якості продукції, що виробляється, та послуг, що надаються, управління якими є ключовою проблемою стабілізації економічного розвитку країни. Відповідно питання науково-методичних та законодавчо-правових засад управління якістю, а також підготовка висококваліфікованих фахівців у цій сфері, є пріоритетними у реалізації національної економічної політики і необхідними для ефективної діяльності у сфері забезпечення якості.

Лекція № 1

ВСТУП ДО КВАЛІМЕТРІЇ

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. Серед багатьох економічних та соціальних проблем, які вирішуються у суспільстві, проблема якості набула особливого значення, в ній знаходиться відтворення ефективності виробництва, ступінь задоволення потреб споживачів, розвиток зовнішньоекономічних зв'язків.

Відродження та розвиток економіки України невід'ємно пов'язані з підвищенням конкурентоспроможності вітчизняних підприємств, насиченням споживчого ринку продукцією та послугами високої якості. Виробництво продукції та надання послуг високої якості сприяє зниженню витрат на виробництво та їх надання, економії суспільної праці, кращому використанню сировинних ресурсів, більшій ефективності виробництва. Забезпечення та підвищення якості продукції та послуг є складною проблемою, яка включає технічні, економічні, соціальні, політичні та правові аспекти.

Управління якістю є науковим напрямком, що вивчає теорію та практику управління стосовно сфери якості. Предмет його дослідження – сукупність теоретичних, методичних та практичних питань управління якістю продукції та послуг. Управління якістю є найважливішим елементом забезпечення конкурентоспроможності продукції та послуг. Це пов'язано із тим, що в умовах ринкової економіки конкурентоспроможність продукції, послуг, підприємств безпосередньо залежить від якості продукції, що виробляється, та послуг, що надаються, управління якою є ключовою проблемою стабілізації економічного розвитку країни. Відповідно питання науково-методичних та законодавчо-правових основ управління якістю, як і підготовка висококваліфікованих фахівців у сфері якості, пріоритетні у реалізації національної економічної політики.

Особлива роль при цьому відводиться **кваліметрії** як науці про вимірювання якості продукції та послуг, системам управління якістю на базі стандартів ISO серії 9000, а також системі державного регулювання якості, що заснована на законодавчо-правових нормах у сфері захисту прав споживачів, рівень технічного регулювання.

Кваліметрія, як нова наука про якість продукції, була сформована у другій половині XX ст. 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 ISO 8402:1994 та ISO 9000-2000.

Кваліметрія і стандартизація дозволяють створювати кращі зразки виробів і забезпечують найефективнішу, оптимальну форму передачі споживачу інформації про їх якість.

Кваліметрія – це наукова галузь, яка об'єднує проблеми, пов'язані з вимірюванням та оцінкою якості продукції. Активний розвиток кваліметрії отримала в середині 1960-х років (сам термін був запропонований групою вчених пізніше, у 1968 році), коли при прийнятті рішень, пов'язаних з якістю, стали застосовувати кількісні методи її оцінки.

Кваліметрія (англ. qualimetry) походить від лат. Quales (якість) + грец. Μέτρεω (міряю) – наука про оцінку якості об'єктів дослідження, вивчає та реалізує методи і засоби кількісної оцінки якості продукції. Тобто методи

кваліметрії використовуються для оцінки рівня якості. Кваліметрію розглядають як частину теорії прийняття рішень. Під кількісною оцінкою в кваліметрії розуміється деяка функція відношення (виражена найчастіше у відсотках) показника якості даної продукції до показника якості продукції, прийнятого за еталон.

В даний час в кваліметрії виразно починають виділятися дві гілки: теоретична і прикладна. Теоретична кваліметрія досліджує проблему якості у загальному вигляді, тобто вона абстрагується від конкретних об'єктів і вивчає загальні закономірності й математичні моделі, які пов'язані з оцінкою якості. Об'єктом теоретичної кваліметрії є філософські й методологічні проблеми кількісної оцінки якості. Прикладна кваліметрія розробляє конкретні методики і математичні моделі для кількісної оцінки якості конкретних об'єктів різного виду і призначення. В даний час за допомогою апарату кваліметрії почали також оцінювати якість праці взагалі, якість самих працівників, виробленої чи вирощеної ними продукції, якість освіти тощо. Тобто, кваліметрія стає загальною наукою про вимірювання якості та оцінювання об'єктів різної природи: матеріального й нематеріального продукту, явищ, процесів тощо.

Кваліметрія включає взаємопов'язану систему теорій. Розрізняють:

- загальну кваліметрію;
- спеціальні кваліметрії;
- предметні кваліметрії.

Загальна кваліметрія включає розробку та вивчення загально-теоретичних проблем понятійного апарату, вимірювання, оцінювання та методику вибору певного набору оцінки, тобто кваліметричного шкалювання.

Спеціальні кваліметрії класифікуються за видами методів та моделей оцінки якості. Сюди відносять:

- експертну кваліметрію, де оцінки даються експертами або автоматизованими експертними системами;

– ймовірісно-статистичну кваліметрію, яка використовує методи теорії ймовірності і математичної статистики, оцінюючи однорідність генеральної сукупності або виборок, співпадіння законів розподілу і т.п.;

– індексу, що використовує міри якості, отримані при нормуванні на базі індексації (порівняння);

– таксономічну кваліметрію, що базується на класах якості (квалітаксонах) об'єкта, при цьому розглядаються вид, сорт і т.п. об'єкта і такі ж характеристики системи, яка класифікує.

Предметні кваліметрії поділяються за видами конкретних об'єктів оцінювання, наприклад, кваліметрія продукції, кваліметрія процесів, праці, послуг, проектна кваліметрія тощо.

Кваліметрія передбачає структурування об'єкта вивчення за певним набором факторів, особливостей, ознак. На першому етапі об'єкт розглядається вцілому (так званий перший рівень спільності). Надалі відбувається поділ об'єкта на основний набір складових частини (другий рівень), які, у свою чергу, також поділяються на окремі частини (третій рівень) і т.д. У результаті маємо своєрідну ієрархічну пірамідальну систему із все більшим набором параметрів, характеристик, властивостей. Часто їх представляють у вигляді розгалуженої схеми. Далі для кожної складової виробляється або експертна оцінка, або ж, за можливості, знаходиться незалежна величина шляхом об'єктивного «вимірювання» певних характеристик і встановлюється їх вагомість (важливість, значущість). І, нарешті, відбувається поєднання цих оцінок за певними загальноприйнятими правилами чи стандартами в загальну оцінку досліджуваного об'єкта.

Таким чином, найважливішим питанням кваліметрії є об'єктивне встановлення рівня якості. Інтенсивний розвиток кваліметрії в останні роки пов'язаний з масовістю завдань з оцінки якості, що постійно виникають у практиці управління. І кваліметрія як наука об'єднує кількісні методи оцінки якості, які використовуються при обґрунтуванні рішень з управління якістю та

у суміжних питаннях управлінської діяльності. Тому у даний час термін «кваліметрія» повсюдно поширений в теорії та практиці управління.

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 витратами на створення продуктів або виробів і корисним ефектом, який досягають внаслідок цих витрат.

Термін «кваліметрія» дуже зручний, лаконічний і достатньо точно передає зміст поняття «вимірювання якості».

Кваліметрія ставить перед собою такі основні практичні завдання:

- розробку методів визначення чисельних значень показників якості продукції, збір та обробку даних для їх обчислення та встановлення вимог до точності таких обчислень;
- розробку методів визначення оптимальних значень характеристик показників якості різних видів продукції;
- обґрунтування вибору та встановлення складу показників якості продукції під час прогнозування та планування поліпшення якості;
- розробку єдиних методів і принципів вимірювання та оцінки рівня якості продукції для забезпечення репрезентованості та можливості зіставлення результатів оцінки;
- розробку єдиних принципів та методів оцінки окремих властивостей показників якості продукції.

Рішення завдань щодо оцінки рівня якості продукції в кожному окремому випадку має свою певну мету:

- 1) порівняння різних можливих варіантів запропонованої продукції для вибору кращої;
- 2) порівняння різних можливих варіантів поліпшення якості виготовлення продукції на цьому підприємстві для вибору кращого;

З) аналіз ефективності проведення заходів щодо поліпшення якості продукції на підприємстві з метою забезпечення її конкурентоспроможності.

Питання для самоконтролю

1. Що є найважливішим елементом забезпечення конкурентоспроможності продукції та послуг?
2. Що є найважливішим завданням кваліметрії?
3. Визначення кваліметрії.
4. Що розуміється під кількісною оцінкою у кваліметрії?
5. Що розробляє прикладна кваліметрія?
6. Які взаємопов'язані частини кваліметрії складають систему кваліметрії?
7. Як класифікуються спеціальні кваліметрії?
8. Що таке предметна кваліметрія? Наведіть приклади.
9. Перелічити практичні завдання кваліметрії.
10. Які цілі може вирішувати кваліметрична оцінка якості?

Лекція № 2

ЯКІСТЬ І ПРИНЦИПОВІ ЗАСАДИ КВАЛІМЕТРІЇ

При вивченні кваліметрії 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.

Першим дослідником філософської категорії «якість» вважається давньогрецький філософ і вчений Аристотель (384–322 до р.х.). Він визначив її як «видову відмінність» однієї сутності від іншої, що належить до того ж виду. Аристотель вказував на мінливість якості як зміну стану речей, її здатність перетворюватись у свою протилежність (справне–пошкоджене, корисне–шкідливе, тепле–холодне, солодке–гірке, біле–чорне). У IV ст. до н.е. у своїй

праці «Метафізика» він дав визначення якості: «Якістю, з одного боку, називається видова відмінність сутності, як, наприклад, людина є деяка якісно визначена тварина, тому що ця тварина двонога, а кінь – чотириногий; коло – деяка якісно визначена фігура, бо ця фігура – без кутів, тому якістю є видова відмінність, що належить до сутності».

Німецький мислитель Гегель (1770–1830 рр.) вважав, що «якість є взагалі тотожною з існуванням визначеності... Щось, завдяки своїй якості, є те, що воно є, і, втрачаючи свою якість, перестає бути тим, чим воно є».

Крім філософського тлумачення якості, є також вужче сучасне значення слова «якість»: якість продукції, якість праці, ділові якості, якість виконавчої майстерності, якість життя тощо.

Можна виділити декілька періодів у розвитку підходів до змісту поняття якості, які орієнтовані на її розгляд з цієї позиції:

1920–1950-ті роки – якість продукції розуміється як відповідність вимогам стандартів, а головними методами її досягнення є методи контролю (орієнтація на технічні та правові аспекти);

1950–1970-ті роки – якість продукції пов’язується із задоволенням потреб споживачів за відповідними параметрами (орієнтація на економічні та правові аспекти);

1970–1980-ті роки – якість трактується як повне задоволення потреб не тільки з точки зору підвищення показників якості, але й з точки зору зниження вартісних параметрів (орієнтація на економічні аспекти);

1980–1990-ті роки – поняття якості містить не тільки повне задоволення потреб споживачів, але й орієнтацію на латентні (приховані) вимоги споживачів, які пов’язані з їх очікуваннями та знаходять відтворення у товарах ринкової новизни і конкурентоспроможної якості (орієнтація на економічні та соціальні аспекти);

1990-ті роки – сьогодення – поняття якості охоплює не тільки сприйняття виробником (постачальником) задоволення потреб споживача, але й сприйняття споживачами ступеня виконання їх вимог. У свою чергу, вимога

визначається як потреба або очікування, які встановлено, зазвичай передбачається або є обов'язковим (орієнтація на економічні та соціальні аспекти). Ці підходи знайшли безпосереднє відображення у визначеннях, прийнятих у різних версіях міжнародних стандартів ISO серії 9000, які формують вимоги до систем управління якістю на підприємствах (в організаціях). Відповідно до ДСТУ ISO 9000–2001 «Системи управління якістю. Основні положення та словник» прийнято таке визначення поняття якості: «Якість – це ступінь, до якого сукупність власних характеристик задовольняє вимоги».

Тобто якість є складною категорією, яку можна розглядати з різних позицій: філософської, соціальної, технічної, правової, економічної (табл. 2.1).

Будемо розглядати якість лише у виробничо-економічному сенсі. 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).

Таблиця 2.1– Поняття категорії якості

Позиції	Поняття категорії якості
Філософські	Суттєва визначеність об'єкта, відповідно до якої він відрізняється від іншого об'єкта. У свою чергу, визначеність об'єкта формується на основі окремих властивостей або їх сукупності. Властивість при цьому розуміється як спосіб прояву якості об'єкта стосовно інших об'єктів, з якими він може взаємодіяти

Соціальні	Ставлення окремих суб'єктів та/або усього суспільства до об'єкта. При цьому якість може розглядатись як категорія, яка залежить від рівня культури, релігійних та демографічних особливостей індивідуумів та суспільства у цілому (наприклад, сприйняття споживачами модних тенденцій в одязі)
Технічні (інженерні)	Технічні закономірності в утворенні та прояві фізичних, електромеханічних та інших технічних характеристик об'єктів однакового призначення
Правові	Сукупність властивостей об'єкта, що відповідає вимогам, які встановлені у нормативно-правових документах
Економічні	Результат задоволення потреб

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 чисельній 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;
- зростає 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 кваліметрії оперують двома основними поняттями – вимірювання і оцінка. Під вимірюванням розуміють знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів. В кваліметрії використовують як диференційне (одиничне) оцінювання, так і комплексне, залежно від потреби.

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 (рис. 2.1).

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.

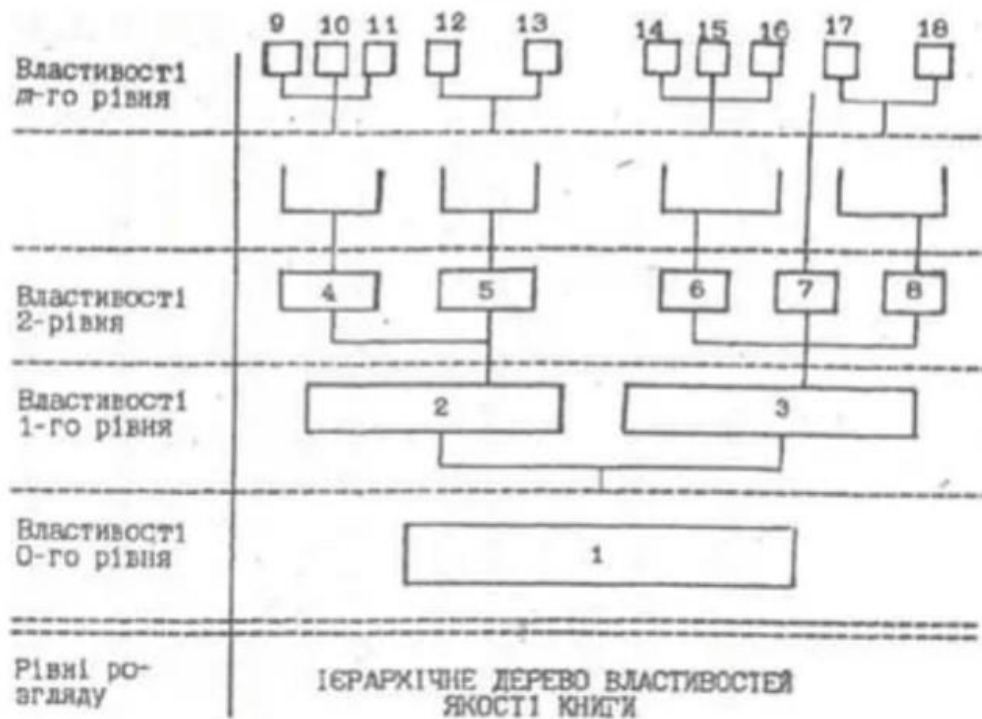


Рисунок 2.1 – Ієрархічна структура властивостей якості книги:

1 – якість книги в цілому; 2 – якість книжкового блоку; 3 – якість палітурки;
 4 – якість друку; 5 – якість шитва книжкового блоку; 6 – якість оздоблення палітурки;
 7 – якість кантів; 8 – якість тиснення; 9 – оптична щільність друкарського відбитку;
 10 – міцність ниток; 11, 13, 15, 17 – міцність клейової плівки;
 12, 14, 17 – міцність тканини; 16, 18 – швидкість склеювання

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. 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) $P_{ij}^{баз}$:

$$K_{ij} = f(P_{ij}, P_{ij}^{баз}). \quad (2.1)$$

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

$$K_{ij} = f(P_{ij} / P_{ij}^{\text{баз}}). \quad (2.2)$$

Зрозуміло, що якщо значення P_{ij} є постійною характеристикою, іманентно притаманною кожній властивості, то значення $P_{ij}^{\text{баз}}$ залежить від вибраної для порівняння бази (еталона), тобто при одному постійному P_{ij} , можуть бути різні $P_{ij}^{\text{баз}}$. Це означає, що оцінка K_{ij} будь-якої властивості залежить від вибору базового показника $P_{ij}^{\text{баз}}$, що підтверджує другий 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 членів суспільства. При розгляді попереднього принципу кваліметрії було зазначено, що якість оцінюють з точки зору певної потреби (в залежності від $P_{ij}^{\text{баз}}$). 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 незкінченна 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 дерева властивостей якості (рис. 2.1) 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.

Принцип 5. Кожна властивість якості визначається двома числовими параметрами – відносним показником K і вагомністю M . У даному принципі враховується різна значущість (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 окремий випадок $M_{ij} = const$.

Принцип 6. Сума вагомностей властивостей одного рівня є величина постійна:

$$\sum_{j=1}^n M_{ij} = const. \quad (2.3)$$

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 2.1. 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 для самоконтролю

1. Сучасне значення поняття «якість».
2. Які аспекти вміщує в собі поняття «якість»?
3. З якими труднощами стикається оцінка якості сучасної продукції?
4. У чому різниця між вимірюванням і оцінюванням якості?
5. Сформулюйте скорочено кожен з семи принципів кваліметрії.

Лекція № 3

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ

Об'єктами кваліметрії можуть бути:

- 1) продукція;
- 2) виробничий процес, технологічний процес, технологічна система або її елементи;

Виробничий процес – сукупність усіх дій людей, засобів праці, які необхідні на даному підприємстві для виготовлення продукції (надання послуг) та ремонту продукції.

Технологічний процес – частина виробничого процесу, що включає цілеспрямовані дії зі зміни та/або визначення стану предмета праці.

Технологічна система – сукупність функціонально взаємопов'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва та виконавців для виконання у регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів або операцій;

- 3) послуга, робота;
- 4) інтелектуальний продукт (технологічний метод, програмний продукт науковий продукт (концепція, методика і т.п.), інші нематеріальні продукти (організаційна система, схема, карта тощо)).

Продукція – результат діяльності чи процесів, це матеріалізований результат господарської діяльності, призначений для задоволення певних потреб. Продукцію можна поділити на два класи, які містять п'ять груп (рис. 3.1).

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).

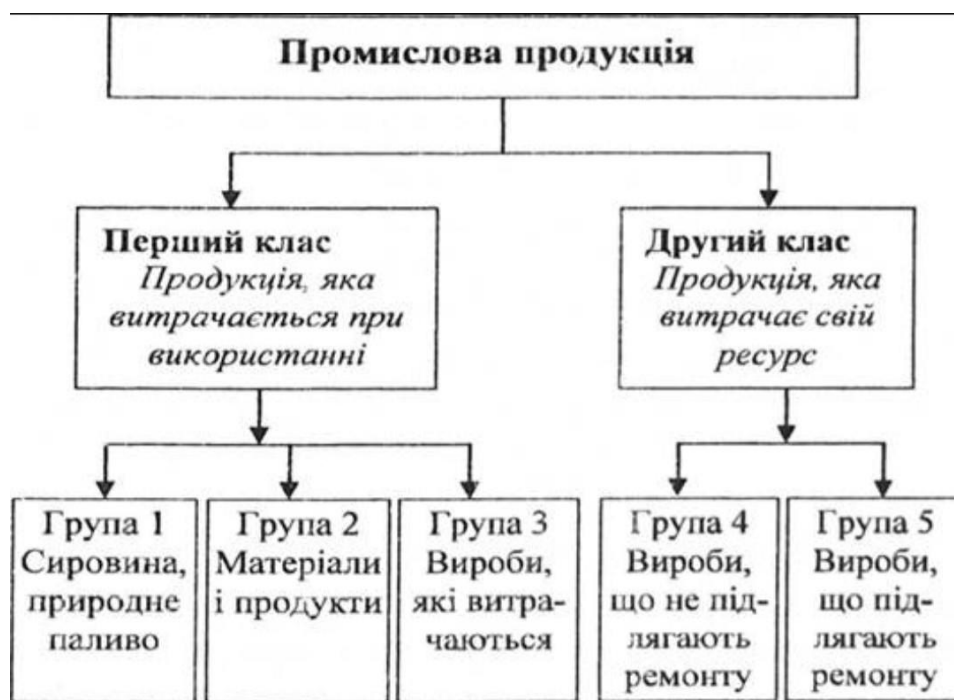


Рисунок 3.1 – Класифікація продукції

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.

Для проведення кваліметричної оцінки різних об'єктів виникає необхідність розробки системи показників, які визначають їх якість.

Показники якості поділяються на:

- одиничний, що характеризує одну з властивостей продукції;
- груповий, що характеризує декілька властивостей продукції;
- узагальнений, це комплексний показник, що характеризує кілька близьких за значущістю властивостей;
- інтегральний, який визначається як відношення сумарного корисного ефекту від експлуатації або споживання продукції до сумарних витрат на її виготовлення та експлуатацію або споживання:

$$K_i = E_{\Sigma} / (B_c + B_e) \quad , \quad (3.1)$$

де E_{Σ} – суммарний корисний ефект від використання продукції;

B_c – витрати на створення продукції;

B_e – витрати на експлуатацію продукції.

Показник якості повинен давати відповідь на питання: до якого ступеня об'єкт якості наділено властивістю задовольняти суспільну потребу?

Класифікацію показників якості наведено у таблиці 3.1. Нижче подано детальну характеристику основних видів показників якості продукції.

Таблиця 3.1 – Класифікація показників якості

Класифікаційна ознака	Групи показників якості продукції
За властивостями, що характеризуються	Показники: призначення; економного витрачання ресурсів; надійності; технологічності; ергономічності; естетичності; транспортабельності; стандартизації та уніфікації; патентно-правові; екологічні; економічні; показники безпеки
За способом вираження	В одиницях: натуральних; узагальнених
За кількістю властивостей, що характеризуються	Одиничні; комплексні (групові, узагальнені, інтегральні) показники
За застосуванням для оцінювання	Абсолютні; відносні; базові
За стадією визначення величин показників	Ті, що прогнозуються; проектні; виробничі; експлуатаційні
За розмірністю величин показників	Функціональні; дольові; бальні; інтервальні; приведені
За значущістю при оцінюванні якості	Основні; додаткові
За характером встановлення показника	Значення показника: регламентоване; номінальне; граничне; оптимальне

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 жирогового 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, межі 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.

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 належать: ймовірність безвідмовної роботи, середнє напрацювання до першої відмови, напрацювання на відмову, інтенсивність відмов, параметр потоку відмов, гарантійне напрацювання.

До показників ремонтпридатності належать: ймовірність відновлення в заданий час, середній час відновлення, інтенсивність відновлення, середня трудомісткість технічного обслуговування, питома трудомісткість технічного обслуговування, середня трудомісткість ремонтів, питома трудомісткість ремонтів, показники середньої і відносної вартості технічного обслуговування та ремонтів.

До показників збережуваності належать: 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 належать: 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.

Ергономічні показники якості використовують для визначення відповідності виробу ергономічним вимогам, які стосуються, наприклад, розмірів, форми, кольору виробу та елементів його конструкції, взаємного розміщення елементів конструкції і т.п. Ергономічні показники якості охоплюють усю 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, у свою чергу, класифікують за такими групами, для яких визначено типову застосовну номенклатуру:

- гігієнічні;
- антропометричні;
- фізіологічні й психофізіологічні;
- психологічні.

Показники стандартизації та уніфікації передбачають раціональне скорочення кількості типорозмірів складових частин у виробах, які проектують і виготовляють. Ступінь стандартизації та уніфікації виробу характеризують конкретними числовими показниками (коефіцієнтами застосування і повторюваності, вартісними коефіцієнтами), які враховують кількість типорозмірів складових частин, кількість складових частин у штуках, а також вартість виготовлення виробу і його складових частин. Показники стандартизації та уніфікації розраховують на однаковому рівні (на рівні деталей, збірних одиниць, вузлів, агрегатів, блоків, модулів) для однотипних виробів.

Патентно-правові показники представлено двома безрозмірними показниками: патентного захисту і патентної чистоти. При цьому враховується ступінь вагомості (значущості) технічних рішень, захищених авторськими свідоцтвами та патентами. Для визначення цих показників враховують:

- 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 закладено у виріб;
- наявність патентної чистоти (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.

Ергономічні, естетичні, патентно-правові, екологічні й показники безпеки мають обмежене застосування, тому вибір цих груп показників залежить від мети задач, які поставлено, й експериментатор має право самостійно визначати, обирати йому ці показники чи ні.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть об'єкти кваліметрії.
2. На які два класи поділяється промислова продукція?
3. Які три групи вміщує продукція першого класу?
4. На які дві групи ділять продукцію другого класу?
5. За якими ознаками класифікуються показники якості?
6. Як відбувається вибір показників призначення продукції?

7. Назвіть п'ять узагальнених груп показників призначення.
8. Назвіть складові найдійності продукції.
9. Наведіть класифікацію ергономічних показників.
10. Які показники якості мають обмежене застосування?

Лекція № 4

ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ НА ЕТАПАХ ЇЇ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

На якість продукції (послуги) впливають багато взаємозв'язаних видів діяльності, такі як проектування, виробництво й експлуатація виробу. Якість формується на перших двох стадіях життєвого циклу продукції, а проявляється на останній – стадії експлуатації. Однак оцінювання якості продукції здійснюється на всіх стадіях її життєвого циклу:

- маркетингу та вивчення ринку;
- проектування та розробки;
- виробництва продукції;
- експлуатації або споживання продукції.

Якість проектів. З маркетингу (вивчення потреб споживачів) повинно починатися формування якості продукції. На стадії маркетингу і вивчення ринку зазвичай виконуються такі види робіт з оцінювання якості продукції:

- встановлення класу і групи продукції;
- визначення умов використання (споживання) продукції;
- встановлення вимог споживачів.

Потреби споживачів знаходять своє вираження у показниках якості продукції. Сукупність цих показників складає технічні вимоги на продукцію. З розробки технічних вимог починається етап проектування. Якість проекту визначається тим, наскільки повно у ньому відтворено технічні вимоги, а залежить якість проектування від кваліфікації конструкторів і їх численості, тривалості процесу конструювання і складності створюваної продукції, від організації процесу проектування і ретельного виконання усіх його етапів:

розробки технічного завдання; розробки ескізного проекту; розробки технічного проекту; розробки робочого проекту; виготовлення, випробування і доводки, освоєння дослідницького зразка. Якістю проекту вважається ступінь задоволення технічних вимог з точки зору витрат матеріалів і виробничих витрат. Від неї залежать економічні показники якості продукції.

На стадії проектування та розробки продукції виконуються такі види робіт з її оцінювання:

- вибір та обґрунтування номенклатури показників, які визначають технічний рівень продукції;
- виявлення кращих аналогів продукції та вибір базового зразка;
- вибір на основі використання патентної документації кращих технічних рішень і встановлення характеристик показників, які визначають оптимальний рівень якості продукції;
- визначення числових характеристик показників якості оцінюваної продукції та базового зразка;
- вибір методу оцінювання технічного рівня якості продукції;
- отримання результату оцінювання та прийняття рішення;
- встановлення вимог до якості продукції та нормування характеристик показників у нормативній документації.

Якість сировини і матеріалів. У відповідності до класифікації промислової продукції сировина і матеріали належать до першої групи продукції, що витрачається при використанні за призначенням. При цьому сировина належить до першої, а матеріали до другої підгрупи цієї групи. Для характеристики якості сировини і матеріалів застосовується обмежена кількість груп показників якості: показники призначення, надійності, технологічності, транспортабельності. В залежності від виду сировини і матеріалів обмежене застосування мають показники естетичні, безпеки і екологічні. Наприклад, естетичні показники застосовні до таких видів сировини, як дорогоцінні мінерали, квіти, шкірки тварин, декоративні природні матеріали і т.д. Сировина – єдина підгрупа продукції, для якої неприйнятні патентно-правові

показники, хоча деякі способи видобування (виращування) окремих видів сировини можуть бути об'єктом винаходу. Також неприйнятні до сировини показники уніфікації, оскільки ця продукція не є виробом. Під виробом розуміють одиницю промислової продукції, яка може обчислюватися у штуках (або екземплярах) і має певні геометричні розміри і масу. Сировину не можна підвести під визначення «виріб», оскільки сировина не виготовляється, а видобувається (виращується), хоча і може обчислюватися в штуках, наприклад, овочі, фрукти, шкірки тварин, туші птахів і тварин і т.п. З групи показників надійності сировини можуть стосуватися лише показники збереженості. Для деяких видів матеріалів (тканин і нетканних матеріалів для легкої промисловості, облицювальних і декоративних штучних матеріалів і т.п.) можна застосувати естетичні показники. На відміну від сировини частину матеріалів можна характеризувати патентно-правовими показниками, наприклад, паливо з оригінальними присадками, рецептурний склад складних продуктів і матеріалів і т.д. Ступінь відповідності сировини і матеріалів встановленим вимогам визначають частіше за все при вхідному контролі.

Якість технології. Рівень якості продукції, сформований на етапі проектування, повинен бути реалізований на етапі виробництва при наявності сировини і матеріалів відповідної якості. Вимоги виробничого процесу знайшли відтворення вже на етапі проектування у показниках технологічності конструкції (при відпрацюванні конструкції на технологічність). Якщо продукція, що виробляється, має необхідний рівень показників технологічності, якість продукції при виготовленні залежить тільки від таких параметрів якості технології, як точність і стабільність технологічних процесів. Під точністю технологічного процесу розуміють близькість до номіналу значень показника якості, що контролюється. Будь-який технологічний процес відбувається під впливом великої кількості виробничих факторів, які діючи у сукупності, призводять до того, що при налаштуванні технологічного процесу на деяке номінальне значення показника якості завжди отримують розсіяння його

значень навколо номінального. Характер цього розсіювання визначається станом технологічного процесу і виявляється при контролі якості.

Наприклад, для певного стану технологічного процесу значення показника якості Q знаходяться в інтервалі від Q_{min} до Q_{max} . Цей інтервал називають інтервалом розсіювання (діапазоном розсіювання) і позначають ω . Технологи називають значення ω технологічним допуском на відміну від конструкторського Δ , який пропонується конструктором на кресленні. Конструкторський допуск Δ визначає допустимий інтервал значень показника якості Q , а технологічний допуск показує, яким цей інтервал стає при виготовленні деталі (продовж технологічного процесу).

Розмір інтервалу розсіювання ω є мірою точності технологічного процесу і розмірним абсолютним показником якості. Однак частіше застосовують коефіцієнт $K_p = \frac{\omega}{\Delta}$ – безрозмірний відносний показник якості. Якщо $K_p < 1$, технологічний процес вважають точним (технологічний допуск не виходить за межі конструкторського). Для того, щоб забезпечити гарантовану точність виготовлення, приймають $K_p < 0,75$. При цій умові отримують гарантований запас точності 25 %.

Якщо $K_p > 1$, технологічний процес не забезпечує потрібну (задану) якість виготовлення, з'являється дефектна продукція (брак). Така технологія неприпустима. Може бути ще один випадок появи браку при $K_p < 1$. Така ситуація є наслідком неправильного налаштування технологічного процесу, вимагає внесення у нього правки (переналаштування). Коефіцієнт точності

налаштування: $K_{т.н.} = \frac{|\bar{Q} - Q_n|}{\Delta}$ показує, наскільки зміщено центр технологічного допуску $\bar{Q}$ від середини конструкторського допуску Q_n у частках конструкторського допуску. Для запобігання браку при виготовленні деталей потрібно забезпечити дотримання двох умов: $K_p < 1$ і $K_{т.н.} < \frac{1}{2}(1 - K_p)$. Перша з них пов'язана із усією сукупністю факторів, що призводять до розсіювання значень показника якості Q . Другу може бути забезпечено при налаштуванні.

Стабільністю технологічного процесу є властивість зберігати з часом значення показників якості у заданих межах. Нестабільність технологічного процесу свідчить про те, що з часом показники якості виходять за встановлені межі. При цьому можуть змінюватися одночасно $\bar{Q}$ і ω або одна з цих характеристик. Наприклад, знос ріжучого інструмента при точінні деталі на півавтоматі призводить до збільшення розміру $\bar{Q}$ цієї деталі.

Нестабільність технологічного процесу за рівнем налаштування (значенням $\bar{Q}$) за час t характеризують коефіцієнтом зміщення налаштування:

$$K_{зм} = \frac{\bar{Q}(t) - \bar{Q}_0}{\Delta}, \text{ де } \bar{Q}_0 - \text{середина поля допуску на початку часового проміжку } t.$$

Нестабільність технологічного процесу за розсіювання за час t характеризується коефіцієнтом стабільності між налаштуваннями: $K_{м.с.} = \frac{\omega_0}{\omega(t)}.$

Результати статистичного аналізу точності і стабільності технологічного процесу використовуються для статистичного регулювання технологічних процесів. Процес регулювання, що виконується автоматично, називається автоматичним технологічним процесом. Якщо процес регулювання лише частково автоматизован, то це автоматизований технологічний процес.

Вичерпну інформацію про якість будь-якого технологічного процесу дає закон розподілення вирогідності значень показників якості. Отримання чисельних характеристик цього закону – головна задача вимірювання і контролю якості. З цієї причини деякі іноземні фірми, супроводжують свою продукцію сертифікатом про якість, в якому наводяться закони розподілення вирогідності найважливіших показників якості.

Якість праці. Будь-яка продукція (послуга) – кінцевий результат конкретної праці. Від якості праці залежить і якість продукції (послуги). Правомірність розгляду якості праці сьогодні пояснюється швидким ростом чисельності видів продукції, її швидким оновленням, появою складної наукоємної продукції, яка вимагає все більш високої кваліфікації працівників.

В цих умовах необхідні гарантії забезпечення потрібної якості у самому процесі праці, а не тільки в технології.

Перенесення уваги з якості продукції (послуги) як кінцевого результату праці, на якість самої праці спостерігаємо і у в стандартах ISO серії 9000 з управління якістю і у ДСТУ, які на них базуються.

Показники якості праці. В створенні будь-якої продукції (послуги) беруть участь два різновиди праці: пряма (жива праця робітників) і минула (вкладена у будівлі, технологічне обладнання, сировину, матеріали, комплектуючі вироби і т.д.). Обидва види праці впливають на якість продукції (послуги). Навіть при наявності сировини і матеріалів, технологічного обладнання високої якості, неможливо отримати продукцію (послугу) високої якості, якщо робітники не мають потрібної кваліфікації. Також і кваліфіковані робітники не зможуть забезпечити потрібну якість продукції (послуги), якщо технологічне обладнання, сировина і матеріали низької якості. Такий зв'язок має праця жива і минула на усіх етапах життєвого циклу продукції.

Сьогодні у в якості праці виділяють три компоненти: трудовий потенціал робітника, рівень організації праці і його ефективність (результативність). Для різних категорій робітників кожна з вказаних компонент якості праці має різний зміст. Наприклад, для робітників науково-дослідних інститутів (НДІ) і конструкторських бюро (КБ) у трудовому потенціалі виділяють такі складові:

- соціально-демографічні (стать, вік, соціальне походження);
- кваліфікаційні (рівень освіти, стаж роботи, наявність вченого ступеня і звання);
- соціально-психологічні (здібності, ставлення до праці, ціннісна орієнтація в праці, задоволеність фахом і працею) та ін.

Друга компонента якості праці – рівень організації праці. Тут особливе значення (знову ж на прикладі робітників НДІ і КБ) має співвідношення індивідуальних і колективних форм організації праці, ступінь централізації науково-технічного обслуговування і раціональність структури робочого часу, зміст праці, пов'язаний, перед усім, із співвідношенням стандартних і творчих

функцій у діяльності фахівців. Підвищення змістовності праці важливо для усіх категорій робітників, оскільки торкається такої важливої проблеми, як зближення розумової і фізичної праці за рахунок інтелектуалізації фізичної праці.

Автоматизація виробництва і управління, передача трудомістких ручних робіт техніці змінюють структуру праці, у якій переважною стає розумова, інтелектуальна діяльність, що призводить до зростання об'єму розумових навантажень у порівнянні з фізичними. Об'єм розумових навантажень можна вважати як кількісну міру змістовності праці, як єдиний показник якості праці. У свою чергу, об'єм розумового, інтелектуального навантаження залежить від складності і об'єма інформації, яку застосовують робітники у трудовій діяльності. Таким чином, інформаційний підхід до вимірювання змістовності праці є досить природнім і показує, яка частка праці здійснюється в інформаційному полі.

Класифікація виробничих задач і процесів. Будь-який вид праці можна представити як сукупність окремих робіт, кожна робота є рішенням певної виробничої задачі. В основу класифікації виробничих задач покладено функцію кожного робітника у процесі праці. На основі цієї класифікації можна оцінювати кожен виробничу задачу, як за складністю, так і за її місцем серед загальних задач виробництва.

Складність виробничої задачі встановлюється з урахуванням характеристики виробничого процесу, його елементів, конкретних виробничих об'єктів. Наприклад, складність виробничих задач робітника з управління знаряддями праці залежить від складності і кількості машин, регламенту їхньої роботи і т.д. Це, у свою чергу, визначає періодичність появи інформації і властивості цієї інформації.

Процеси праці класифікують за часткою переважаючих виробничих задач (табл. 4.1).

Процес вирішення виробничої задачі часто представляють у вигляді спрощеної моделі: отримання інформації—аналіз—прийняття рішень—виконання

рішень. У цієї моделі основні складові – інформація, що отримується робітником («вхід»), і рішення, що приймається («вихід»).

Таблиця 4.1 – Класифікація процесів праці

Тип трудового процесу	Категорії робітників, трудові процеси яких віднесено до даного типу
Управлінський (переважають управлінські виробничі задачі)	Інженерно-технічні робітники (начальники цехів, дільниць, змін, майстри), робітники (інструктори виробничого навчання)
Виконавчий (переважають виконавчі виробничі задачі)	Робітники (допоміжні, обслуговуючі обладнання; ті, що не мають функцій управління)
Змішаний (обидва типи задач присутні приблизно порівну)	Робітники (старші робітники, бригадири, помічники майстрів, частково виконуючі функції керівників; робітники, які обслуговують обладнання, керують ним і технологічним процесом)

Обидві складові визначають рівень складності виробничої задачі, тобто, і рівень складності розумового навантаження робітника. Для кожного конкретного виду праці рівень складності різний. Для оцінки складності виробничої задачі використовують прийнятий у психології поділ задач на три типа: стереотипні, діагностичні та евристичні. Стереотипні задачі мають рішення і виконуються механічно. Діагностичні задачі потребують вибору оптимального варіанту рішення із декількох вже існуючих і додаткового коректування рішення. Евристичні задачі потребують від людини творчого підходу, оскільки не мають аналогів. З позицій теорії інформації можна сказати, що стереотипні задачі мають жорсткий алгоритм; діагностичні – алгоритм, який потребує коректування; евристичні є неалгоритмізованими.

Комплексний підхід до вимірювань якості праці вміщує аналіз структури й рівня витрат робочого часу, аналіз змістовності праці робітника за складністю виробничих задач й інформації, що використовується.

Таким чином, загалом на стадії виробництва продукції виконуються такі види робіт з її оцінювання:

- встановлення обсягу, періодичності, методів і засобів контролю якості та випробувань продукції;
- визначення фактичних характеристик показників якості продукції за результатами контролю та випробувань;
- статистична оцінка рівня якості продукції, оцінювання рівня якості виготовлення (вироблення) продукції за показниками ефективності;
- отримання результатів оцінювання та прийняття рішень.

На стадії ж експлуатації продукції або споживання виконуються такі види робіт з її оцінювання якості: встановлення умов споживання продукції, встановлення способу збору та отримання інформації про рівень якості продукції при споживанні, визначення фактичних характеристик показників рівня якості продукції за результатами її споживання, визначення сумарного корисного ефекту від споживання продукції, підрахунок сумарних витрат на розробку, виробництво й споживання продукції, статистичне оцінювання характеристик показників рівня якості продукції за даними споживання, оцінювання реклаमाцій вітчизняних та закордонних споживачів, комплексне (інтегральне) оцінювання рівня якості продукції, отримання результатів оцінювання та прийняття управлінських рішень.

Питання для самоконтролю

1. Чим визначається якість проектування продукції (послуги)?
2. Перелічити основні види робіт з оцінювання якості, що здійснюються на стадії проектування.
3. Коли визначають відповідність сировини і матеріалів встановленим вимогам?
4. Чим відрізняється конструкторський допуск від технологічного?
5. Які дві умови забезпечують якість технологічного процесу?

6. Чим визначається найповніша інформація про якість технологічного процесу?
7. Назвіть два види праці, що впливають на якість продукції (послуги).
8. Три складових, що визначають якість сучасної праці.
9. Схема процесу виконання виробничої задачі.
10. Який вид оцінювання якості на стадії експлуатації або споживання, на ваш погляд, є найважливішим?

Лекція № 5

МЕТОДИ КВАЛІМЕТРІЇ

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

- диференційні, що полягають у знаходженні окремих одиничних показників якості;
- комплексні, що застосовуються в більшості випадків для оцінювання сукупностей властивостей.

Диференційна оцінка якості є складовою будь-якої комплексної оцінки. Диференційний метод визначення рівня якості продукції застосовується при оцінці головної (одиничної) якості. 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:

- досягнуто 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:

$$K_i = P_i / P_i^{\text{баз}} \text{ або} \quad (5.1)$$

$$K_i = P_i^{\text{баз}} / P_i, \quad (5.2)$$

де P_i – де значення показника оцінюваного виробу;

$P_i^{баз}$ – значення базового показника;

n – число показників ($i = 1, 2, \dots n$).

З цих рівнянь вибирають те, для якого зростання чисельного значення відповідає покращенню якості продукції. Наприклад, відносний показник для продуктивності, потужності, точності обчислюють за формулою (5.1), оскільки зростання числового значення одиничного показника вказує на покращення якості. І навпаки, відносний показник матеріалоємності, витрати пального, вмісту шкідливих домішок обчислюють за формулою (5.2), 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 ймовірність 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:

- усі відносні показники більші за одиницю або дорівнюють їй, у цьому випадку якість оцінюваної продукції не нижча базового рівня;

- усі відносні показники менші за одиницю або дорівнюють їй, у цьому випадку якість оцінюваної продукції нижча базового рівня;

- частина відносних показників більша або дорівнює одиниці, а частина – менша за одиницю. У цьому випадку, перш ніж розпочати диференційну оцінку, необхідно поділити усі оцінювані показники на дві групи. У першу групу мають входити показники якості, які відповідають найсуттєвішим властивостям продукції, головним чином, умовами її експлуатації і

споживання. До другої групи увійдуть показники якості, які відповідають другорядним властивостям 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 менша одиниці, то необхідно провести комплексну оцінку рівня якості продукції.

Комплексні методи знаходження показників якості застосовуються для комплексної оцінки якості і полягають у визначенні рівня якості продукції за допомогою декількох показників якості одночасно. Тобто комплексним методом оцінюють сукупність властивостей. Значення комплексних показників якості продукції визначають за допомогою розрахунків. Але для цього визначають коефіцієнти вагомості інструментальним чи експертним методом.

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

- експериментальний (вимірювальний, інструментальний) – здійснюється технічними вимірювальними 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 органами чуття (зору, слуху, нюху, дотику і смаку) без застосування технічних вимірювальних або реєструючих засобів;
- соціологічний, який базується на збиранні і аналізі думок фактичних або можливих споживачів продукції;
- експертний, який базується на врахуванні думок групи фахівців-експертів.

Якщо показники якості продукції знаходять експериментальним вимірюванням, то такий метод називають експериментальним, вимірювальним чи інструментальним. Цим методом визначають геометричні розміри виробів, їхню масу, час напрацювання на відмову в роботі тощо. Вимірюють звичайно

окремі одиничні показники якості. Оскільки результати всіх вимірювань є випадковими величинами, то будь-які математичні дії з ними здійснюють відповідно з правилами оброблення випадкової інформації. Але яким би шляхом не отримували значення показників якості продукції їх порівняння здійснюють завжди за шкалою інтервалів чи за шкалою відношень. Вимірювання також здійснюють за допомогою обох, вказаних вище шкал, але частіше користуються шкалою відношень. Інструментальний метод дуже поширений в машинобудуванні через його об'єктивність, високу точність і можливість автоматизації.

Розрахунковий метод визначення рівня якості продукції полягає у визначенні показників якості за допомогою аналітичних і теоретичних розрахунків. Показники стандартизації, уніфікації, патентоспроможності, безпечності, економічності, однорідності продукції тощо визначають виключно за допомогою розрахунків.

В органолептичному методі вимірювання показників якості замість вимірювальних засобів використовують органи чуття експертів. Широке розповсюдження цей метод отримав в харчовій, парфумерній промисловості та медицині.

Соціологічний метод вимірювання показників якості продукції полягає у використанні масових опитувань споживачів чи користувачів продукції та обробленні їх результатів експертами. Опитування проводять за допомогою анкетування, голосування, збирання інтерв'ю тощо. Використовують вказаний метод переважно для визначення величини попиту на окремі види товарів, з'ясування громадської думки щодо певних виробів тощо. 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.

Експертний метод вимірювання показників якості, що полягає у визначенні показників якості продукції експертами, використовують тільки у разі неможливості, значної складності чи економічної недоцільності здійснення інструментального методу. Його використовують, наприклад, для вимірювання ергономічних та естетичних показників якості продукції. Експертами використовуються всі вимірювальні шкали, але частіше – так названі шкали порядків чи інтервалів (особливо реперні шкали з бальною системою градації).

Для визначення показників якості продукції експертним методом використовують групи (ради, комісії) фахівців, до складу 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). 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 фахівців 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 їхнього досвіду. В середньому достатньо трьох турів опитувань для групи з 10–12 експертів.

Багато методів опитування є частковими випадками методу Делфі з визначення вагомості властивостей продукції (послуги).

Процедуру отримання експертних оцінок вагомості можна розбити на чотири етапи:

- організація опитування;
- проведення опитування;
- обробка результатів опитування і отримання оцінок вагомості;
- аналіз результатів.

Нижче наведено скорочену характеристику 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 бути значення похибки ΔM визначення ним вагомості, яка дорівнює різниці **значень** вагомості M , визначеної експертом, та істинної, наприклад, середньої вагомості M_{icm} :

$$\Delta M = |M - M_{icm}|. \quad (5.3)$$

Похибка ΔM складається з двох: систематичної $\Delta M_{сист}$ і випадкової $\Delta M_{вин}$ похибок:

$$\Delta M = |\Delta M_{сист} \pm \Delta M_{вин}| \quad (5.4)$$

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 її зведено до мінімуму, зокрема, тих, у кого високий показник відтворюваності оцінок. Для визначення 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).

Важливе 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.

Питання для самоконтролю

1. В чому принципова різниця диференційних і комплексних методів кваліметрії?
2. Що визначають при зіставленні одиничного показника якості з базовим?
3. Що називають відносним показником якості?
4. Якщо базовий показник встановлено нормативно-технічною документацією, яким має бути значення відносного показника, щоб якість виробу вважалася задовільною?
5. Від чого залежить номенклатура показників якості, обраних для оцінки рівня якості продукції?
6. Які три варіанта результату оцінки якості можливі при зіставленні показників якості оцінюваної продукції з показниками якості еталона?

7. Які існують методи визначення значень показників якості продукції (послуги)?
8. У чому полягає різниця між інструментальним і розрахунковим методом визначення показників якості?
9. У чому суть органолептичного і соціологічного методів визначення показників якості?
10. На чому базується експертний метод визначення показників якості?
11. Які етапи включає процедура отримання експертних оцінок?
12. Які найважливіші фактори потрібно враховувати при організації експертного опитування?

Лекція № 6

ЕКСПЕРТНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ

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, 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 чотири методи, які відрізняються постановою питань, проведенням експерименту і обробкою даних. Розглянемо коротко найважливіші методи визначення вагомості об'єктів експертизи (показників якості, властивостей M_i).

1. Метод ранжування. Експерти оцінюють вагомість кожної властивості (об'єкту експертизи, показника якості) 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 її вагомості. Формула розрахунку вагових коефіцієнтів в цьому методі має вигляд:

$$g_i = \frac{\sum_{j=1}^m R_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij}}, \quad (6.1)$$

де $\sum_{j=1}^m R_{ij}$ – сума рангових оцінок кожної i -ї властивості;

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij}$ – сума рангових оцінок i -их властивостей для j -тої кількості експертів;

n – кількість властивостей;

m – кількість експертів.

2. Метод попарного зіставлення. При попарному зіставленні експерти користуються тільки верхньою частиною таблиці 6.1, у якій за вертикаллю й горизонталлю проставлено номери властивостей (об'єктів експертизи, показників якості). За цим методом зіставляється перша властивість із другою, третьою, четвертою і т.д., потім друга з третьою, четвертою, ... і так до останньої. Експерт при зіставленні вказує в кожній клітці, що стосується двох порівнюваних властивостей (об'єктів експертизи, показників якості), номер тієї властивості (об'єкта, показника), яку він вважає найбільш важливою.

Таблиця 6.1 – Матриця експертних оцінок

Номери об'єктів експертизи	1	2	3	4	5
1	X				
2	x	X			
3	x	x	X		
4	x	x	x	X	
5	x	x	x	x	X

Розрахунок вагових коефіцієнтів виконується за формулою:

$$g_i = \frac{\sum_{j=1}^m F_{ij}}{m}, \quad (6.2)$$

де m – кількість експертів;

F_{ij} – частота переваги у j -го експерта i -го об'єкта експертизи, що визначається як:

$$F_{ij} = \frac{K_{ij}}{C}, \quad (6.3)$$

де K_{ij} – число переваг у j -го експерта i -го об'єкта експертизи;

C – загальне число суджень одного експерта, пов'язане із числом об'єктів експертизи n співвідношенням:

$$C = \frac{n \cdot (n-1)}{2}. \quad (6.4)$$

3. Метод подвійного попарного (повного) зіставлення.

При подвійному попарному (повному) зіставленні використовується уся частина таблиці 6.2, у якій за вертикаллю й горизонталлю проставлено номери властивостей (об'єктів експертизи, показників якості). За цим методом зіставляється перший об'єкт із другим, третім, четвертим і т.д., потім другий з першим, третім, четвертим, ... і так до останнього, а потім у зворотному порядку: останній з передостаннім, ... і до першого; передостанній з останнім, попереднім, ... і знову до першого. Таким чином, кожна пара об'єктів зіставляється двічі, причому в різному порядку й після закінчення деякого часу. Такий підхід застосовується, щоб уникнути випадкової, механічної похибки. Перевага чергового об'єкта перед наступним позначається цифрою 2, рівноцінність – цифрою 1, а неперевага – цифрою 0.

Розрахункові формули залишаються такими самими, як і у методі попарного зіставлення (6.2) і (6.3), за виключенням загального числа суджень

одного експерта C , яке пов'язане із числом об'єктів експертизи n співвідношенням:

$$C = n^2. \quad (6.5)$$

Таблиця 6.2 – Матриця експертних оцінок j -ого експерта

Номери об'єктів експертизи	1	2	3	4	5
1	1				
2		1			
3			1		
4				1	
5					1

4. Метод послідовних зіставлень. У даному методі вагомості всіх властивостей (об'єктів експертизи, показників якості) розташовують у порядку зростання їх переваг. Найважливішій властивості надають значення вагомості $M_1 = 1$, а решті – в порядку зменшення у діапазоні $1 \dots 0$. Якщо властивість з вагомістю M_1 важливіша від інших значень, то M_1 збільшують до величини, більшої за суму всіх інших вагомостей, тобто:

$$M_1 \succ \sum_{i=2}^n M_i \quad (6.6)$$

Далі аналогічно вирішується питання стосовно наступної за важливістю властивості і т.д. для всіх інших властивостей. Обробку результатів опитування в цьому методі проводять за формулою (6.1) методу ранжування.

Аналіз результатів. Для підсумовування і оцінок коректності проведених опитувань часто використовують наступні кількісні показники. Визначають ранг факторів експерименту (вагомостей) як суму рангів кожного i -ого з n факторів, визначених кожним j -им з m експертів: $\sum_{i=1}^n g_{ij}$.

Для кількісної оцінки якості експертів використовують статистичний метод, при якому значення оцінок отримують у результаті обробки суджень експертів про оцінювану продукцію. Для кількісного вираження якості

експертної групи або оцінки ступеня узгодженості різних експертів, найчастіше на практиці застосовується коефіцієнт конкордації W , який дозволяє визначити, чи існує не випадкова узгодженість у судженнях експертів:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{m^2(n^3 - n) - m \cdot \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (6.7)$$

де n – кількість об'єктів, що аналізуються;

m – кількість експертів;

S_i – середня сума рангів для всіх одиничних показників;

$\bar{S}$ – сума рангових оцінок експертів за кожним одиничним показником (об'єктом);

T_j – показник однаковості.

Величини S_i й $\bar{S}$ визначаються формулами:

$$S_i = \sum_{j=1}^m R_{ij}; \quad (6.8)$$

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i = \frac{n(n+1)}{2}, \quad (6.9)$$

де R_{ij} – бал (ранг) i -го показника, проставлений j -им експертом.

Показник однаковості:

$$T_j = \sum_{j=1}^u (t_j^3 - t_j), \quad (6.10)$$

де t_j – кількість оцінок однакового рангу j -того експерта;

u – кількість груп рангів з однаковими оцінками j -го експерта.

Коефіцієнт конкордації змінюється в межах від нуля до одиниці і його значення, що дорівнює одиниці, відповідає повній погодженості думок експертів (табл. 6.3). Зазвичай погодженість думок експертів вважається достатньою при $W > 0,5$.

Погодженість думок експертів може бути випадковою або не випадковою.

Як кількісна оцінка ступеня цієї випадковості використовується рівень значущості коефіцієнта конкордації.

Таблиця 6.3 – Критичні значення коефіцієнта конкордації

Критичні значення W для рівня значимості $\alpha = 0,05$							
Експерти	Об'єкти (показники) n						
m	3	4	5	6	7	8	9
3	--	--	0,7156	0,6597	0,6242	0,5751	0,5294
4	--	0,6188	0,5525	0,5118	0,4844	0,4309	0,38651
5	--	0,5008	0,4492	0,4169	0,3946	0,35265	0,31756
6	--	0,4206	0,3781	0,3514	0,3325	0,2979	0,2688
7	0,43451	0,3652	0,32431	0,3112	0,2899	0,25257	0,22557
8	0,3758	0,3178	0,287	0,267	0,2528	0,21104	0,18136

Цей рівень можна визначити за функцією χ квадратного розподілу (критерій Пірсона) (табл. 6.4):

$$\chi^2 = Wm(n-1). \quad (6.11)$$

Коефіцієнт конкордації W – статистично значущий, якщо:

$$\chi^2 \succ \chi_{(1-\alpha);f}^2, \quad (6.12)$$

де f – число ступенів свободи, $f = n - 1$;

α – рівень значущості.

Зазвичай приймають рівень значимості $\alpha = 0,05$. Тоді довірча ймовірність: $P = (1 - \alpha) = 0,95$.

Таблиця 6.4 – Значення критерію $\chi_{(1-\alpha);f}^2$

f	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\chi_{(1-\alpha);f}^2$	3,84	5,99	7,82	9,49	11,07	12,59	14,07	15,51	16,92	18,31	19,6

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 фахівці з достатньою професійною кваліфікацією, інформовані з обговорюваного питання, діловиті й об'єктивні, з приблизно однаковим рівнем компетентності у питанні оцінки виробу;

2) для запобігання необ'єктивності оцінки до складу 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 рішення, 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 одного, виставляють нові оцінки. Кількість турів опитування значною мірою залежить від кваліфікації і досвіду фахівців. 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 фахівців, які суттєво відрізняються від інших.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть найпоширеніші методи визначення вагомості показників якості.
2. У чому сутність методу ранжування?
3. У чому сутність методу попарного зіставлення?
4. У чому сутність методу подвійного попарного зіставлення?
5. У чому сутність методу послідовних зіставлень?
6. Що таке коефіцієнт конкордації? Що означають його значення, більші за 0,5?
7. За допомогою чого визначається рівень значущості коефіцієнта конкордації?
8. Яка найменша кількість експертів виключає ймовірність прийняття випадкового рішення?
9. Якою найменшою часткою голосів експертів ухвалюється остаточне рішення?
10. Які значення остаточних рішень приймаються для подальших розрахунків?

Лекція № 7

ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ

Якісний склад експертної комісії. Якісний склад експертної комісії є важливою умовою ефективності експертного методу. Цілком очевидно, що у всіх без виключення випадках експертиза повинна проводитися грамотними, висококваліфікованими і досвідченими фахівцями. Процес формування експертної комісії починається з формування робочої групи, яка організує

процедуру опитування експертів, збирає анкети, обробляє і аналізує експертні оцінки. До складу робочої групи входять:

- організатор;
- фахівець з оцінюваної продукції;
- технічні працівники.

Організатор здійснює методичне керівництво роботою на усіх її етапах. Організатор формує робочу групу, бере участь у формуванні експертної комісії, складає програму робіт, бере участь в опитуванні експертів, аналізує результати експертиз, формулює висновки і рекомендації.

Фахівці з оцінюваної продукції вибираються з числа висококваліфікованих працівників підприємства. За характером основної роботи фахівець повинен бути зацікавленим у результатах експертної оцінки якості продукції. Основна задача фахівця полягає в аналізі інформації, отриманої від експертів, для коригування програми подальшої роботи.

Технічні працівники здійснюють опитування експертів і обробку отриманої інформації. Вони можуть вступати чи не вступати у прямий контакт з експертами. При контакті з експертом технічний працівник повинен роз'яснювати йому ті положення анкети, які він недостатньо добре розуміє. Технічний працівник, отримавши заповнену анкету, за необхідності, ставить експерту запитання для уточнення отриманої інформації. Це дозволяє з'ясувати, чи правильно експерт зрозумів питання анкети і чи відповідають його відповіді його дійсній думці. У процесі опитування технічний працівник не повинен висловлювати експерту свої судження про його відповіді для того, щоб не нав'язувати свою думку з даного питання.

Вимоги, що висуваються до експертів. Експертна оцінка якості продукції – достатньо специфічний вид діяльності, який висуває до експерта певні вимоги. Сукупність цих вимог умовно прийнято поділяти на чотири групи:

- інформованість;

- зацікавленість у результатах експертизи;
- діловитість;
- об'єктивність.

Інформованість експерта повинна розповсюджуватися на об'єкт оцінювання якості (професійна інформованість) і методологію оцінювання (кваліметрична інформованість). Професійна інформованість включає знання:

- історії розвитку об'єкта, що оцінюється, зміну його властивостей і показників якості;
- перспектив розвитку;
- вимог споживачів.

Кваліметрична інформованість забезпечує чітке розуміння експертом:

- підходу до оцінки якості об'єкта;
- методів оцінювання якості, особливо експертних;
- питань побудови оціночних шкал.

Зацікавленість експерта у результатах експертизи залежить від низки факторів:

- ступіню завантаженості експерта основною роботою, з якою, як правило, поєднується експертиза;
- можливості використання отриманих результатів;
- цілей експертизи;
- характеру висновків, які можуть бути зроблені за результатами оцінювання якості;
- індивідуальних особливостей експерта.

Діловитість експерта – широке поняття. Воно вміщує в себе:

- зібраність;
- рухому й еластичну увагу, які дозволяють швидко перемикатися з оцінювання одного показника на оцінювання іншого;
- контактність – вміння працювати з людьми при вирішенні задачі у конфліктній ситуації;

– нонконформізм – здатність протистояти думці більшості при впевненості у своїй правоті.

Об’єктивність експерта можна розглядати, як здатність враховувати тільки ту інформацію, яка визначає задоволення потреби даним об’єктом. Необ’єктивність експерта полягає у завищенні або заниженні оцінок якості об’єкта з причин, які не мають стосунку до якості.

Порядок формування експертної комісії. Експертну комісію формують наступним чином: організатор і фахівець складають список експертів, враховуючи їхнє службове положення, стаж роботи, професію, характер роботи і т.д. До складу експертної комісії повинні входити висококваліфіковані фахівці з об’єкту, що оцінюється. Кількість експертів, які складають комісію, залежить від необхідної точності середніх оцінок, трудомісткості оціночних процедур, можливостей керування комісією, але у групі повинно бути не менш, ніж 7–12 осіб. За необхідності підвищення точності оцінювання якості склад експертної комісії може бути збільшено до 15–20 осіб. Для організаційного оформлення діяльності експертної комісії видається наказ (або розпорядження), у якому враховуються:

- цілі роботи, що проводиться;
- склад експертної комісії і її керівник;
- строки заповнення експертами анкет;
- строк закінчення роботи.

Після створення експертної комісії вельми корисно попереднє спеціальне навчання експертів і цілковито необхідний інструктаж.

На заключному етапі формування експертної комісії доцільно провести:

- тестування з вирішенням тестових задач, тотожних реальним;
- самооцінку експертів;
- взаємооцінку експертів;
- перевірку погодженості думок експертів.

Тестування полягає у вирішенні експертами задач, подібних реальним, з відомими (але не експертам) відповідями. На базі результатів тестування за критерієм Р.А. Фішера перевіряється рівноточність відповідей, які даються експертами, якщо потрібно, вимірюється розсіювання відповідей у кожного члена експертної комісії і встановлюється компетентність і професійна придатність експертів.

Самооцінка полягає у тому, що кожен з них у суворо обмежений час відповідає на питання спеціально складеної анкети, у результаті чого швидко і просто перевіряє свої професійні знання і ділові якості. Оцінку їм дає кожен експерт за бальною системою. При усій суб'єктивності такої оцінки досвід показує, що експертні групи з високими показниками самооцінки рідко помиляються.

Вельми показовою є взаємна оцінка експертами один одного (також за бальною системою). Для цього, зрозуміло, необхідний досвід сумісної роботи. При наявності відомостей про результати роботи експерта в інших експертних групах критерієм його кваліфікації може стати показник або ступінь надійності – відношення кількості випадків, коли думка експерта співпала із результатами експертизи, до загальної кількості експертиз, у яких він брав участь.

Використання цього підходу до відбору експертів вимагає накопичення і аналізу великого обсягу інформації, але відкриває можливість безперервного вдосконалення якісного складу експертної комісії.

Оцінка погодженості думок експертів. На заключному етапі підготовки експертної комісії погодженість думок експертів, що входять до її складу, визначається за загальним для всієї комісії показником якості – коефіцієнтом конкордації (див. попередню лекцію). В залежності від ступеня погодженості думок експертів коефіцієнт конкордації може приймати значення від одиниці (при повній однастайності) до нуля (при відсутності погодженості). Якщо погодженість думок експертів вище за середню, можна перейти до оцінки

якості об'єкта експертизи. При погодженості думок нижче за середню потрібен додатковий аналіз. Причини низької погодженості думок експертів можуть бути суб'єктивні й об'єктивні.

Суб'єктивні:

- недостатня інформованість експертів про показник якості, коефіцієнт вагомості якого визначається;
- нечітке розуміння задачі, яку поставлено;
- арифметичні помилки експертів і т.д.

Об'єктивні: приведені показники якості сформульовано не однозначно.

Для виявлення причини низької погодженості експертів здійснюється повторне визначення коефіцієнтів вагомості показників якості з обговоренням і знову визначається коефіцієнт конкордації. Якщо після повторної процедури визначення коефіцієнтів вагомості ступінь погодженості думок не покращиться, можна застосувати один з наступних методів:

- обговорення отриманих значень коефіцієнтів вагомості з обґрунтуванням думок експертів;
- визначення розходження думок окремих експертів (похибки) від середнього арифметичного і відсторонення від проведення експертизи експертів з великими розходженнями думок.

Питання для самоконтролю

1. Склад робочої групи при роботі експертної комісії.
2. Основні вимоги до експертів.
3. Професійна і кваліметрична інформованість експерта.
4. Можлива кількість експертів у групі.
5. Що вміщує наказ про створення експертної групи?
6. Які заходи проводять на заключному етапі формування експертної комісії?
7. Якій погодженості думок експертів відповідають значення коефіцієнта конкордації «1» і «0»?

8. Суб'єктивні й об'єктивні причини низької погодженості думок експертів.

9. Які заходи з виявлення низької погодженості думок експертів передбачено?

Лекція № 8

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;
- не виражену в явному вигляді.

Розглянемо детальніше ці залежності.

Лінійна залежність. Оцінка властивості є відношенням значень її показника P_i і відповідного базового показника $P_i^{баз}$:

$$K_i = P_i / P_i^{баз} . \quad (8.1)$$

З формули (8.1) 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 $P_{ij}^{\text{бр}}$ і запропонував таку формулу для оцінки якості:

$$K_{ij} = \frac{P_{ij} - P_{ij}^{\text{бр}}}{P_{ij}^{\text{баз}} - P_{ij}^{\text{бр}}} \cdot \quad (8.2)$$

Ззовні 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:

$$Z = \exp\left(1 - \frac{\chi + \Delta\chi}{G}\right) \cdot 100\%, \quad (8.3)$$

де χ – дійсне відхилення показника;

$\Delta\chi$ – похибка визначення χ ;

G – гранично допустиме відхилення показника від значення, вказаного в технічних умовах.

Математична залежність оцінки від показника властивості може визначатися експоненціальною функцією:

$$K_{ij} = e^{-\left(P^0\right)^{m_j}}, \quad (8.4)$$

де m_j – додатне число у межах $0 < m_j < \infty$;

P^0 – лінійна функція від P_{ij} :

$$P^0 = \frac{2P_{ij} - (P_{ij}^{\text{max}} - P_{ij}^{\text{min}})}{P_{ij}^{\text{max}} - P_{ij}^{\text{min}}}, \quad (8.5)$$

де P_{ij}^{min} і P_{ij}^{max} – відповідно нижня і верхня межі значень показника i -ї властивості, передбачені технічними умовами. Звідси:

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

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

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 показниками властивостей і їх оцінкою.

Особливо слід звертати увагу на оцінку тих властивостей, які діють на органи чуття 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:

$$P_{ij} = K \cdot \log K_{ij}, \quad (8.6)$$

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) властивості, слабо пов'язані 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», $K_{ij} = 0,6$ – «задовільно», $K_{ij} = 0$ – «незадовільно».

Експертний метод визначення залежності між показником і оцінкою відрізняється гнучкістю і точністю. Адже експерти враховують і економічну

ефективність, і призначення продукції, і можливі умови експлуатації і багато інших факторів.

Складність 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 для самоконтролю

1. Які види залежності існують між показниками властивостей і їх оцінкою?
2. Лінійна залежність між показниками властивостей і їх оцінкою.
3. Оцінка якості за показником браку.
4. Основні нелінійні залежності між показниками властивостей і їх оцінкою.
5. Яка залежність використовуються при оцінці не самої якості, а інтегрального показника якості?
6. На які три групи ділять властивості на основі складності отримання їх оцінки, пов'язаної з економічною ефективністю?
7. У чому полягає метод головних точок?
8. Які фактори враховує експертний метод оцінювання якості?
9. В яких випадках застосовується метод експертного оцінювання?

Лекція № 9

ВИМІРЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ І ВИМІРЮВАЛЬНІ ШКАЛИ

Методи вимірювання показників якості. Вимірюванням називають сукупність операцій, які мають за мету отримання значення величини. Розрізняють наступні методи вимірювання показників якості:

- експертний;
- інструментальний;
- комбінаторний.

Експертний метод розглядався у попередній лекції, його застосовують тоді, коли застосування більш об'єктивних методів із використанням засобів вимірювань неможливо, складно або економічно необґрунтовано. Експертні

методи отримали найбільше розповсюдження у парфюмерній, харчовій промисловості, у соціології, спорті, медицині і т.д. Дуже часто до нього звертаються при вимірюваннях естетичних й ергономічних показників якості продукції. Кількість експертів при цьому може змінюватися від одного до кількох тисяч людей. Різновидом експертного методу є органолептичні вимірювання, що базуються на використанні органів відчуттів людини: зору, слуху, дотику, нюху і смаку.

Вимірювання інструментальним методом в залежності від співвідношення часу, який завитрачається на ручні операції t_p , до загального (сумарного) часу вимірювання t_Σ поділяють на автоматичні, автоматизовані і ручні. Якщо $t_p/t_\Sigma > 0,5$, вимірювання вважаються ручними. Якщо $0,02 \leq t_p/t_\Sigma \leq 0,5$, вимірювання вважаються автоматизованими. Якщо $t_p/t_\Sigma < 0,02$, вимірювання вважаються автоматичними. При автоматичних вимірюваннях вплив оператора майже виключено. Відповідно, результат вимірювання не залежить від кваліфікації експериментатора, його настрою і зосередженості. Такі вимірювання є найбільше цінними. Доцільність автоматизації вимірювання повинна бути технічно і економічно обґрунтованою у кожному конкретному випадку, бо інакше зростає їхня вартість. При автоматизованих вимірюваннях частину вимірювальних операцій виконує оператор, що знижує якість вимірювань, робить їх менш продуктивними, але набагато дешевшими. Найпростішим і найбільш розповсюдженими є ручні вимірювання. У цьому випадку особливо зростає вплив суб'єктивного фактору.

Комбінаторний метод вимірювання поєднує у собі інструментальні і органолептичні вимірювання. Наприклад, якість харчових продуктів визначається комбінаторним методом: фізико-хімічні показники (вологість, зольність, кислотність і т.п.) визначаються інструментальними методами, а смак, колір, запах за допомогою органолептичних показників.

Вимірювальні шкали. Термін «шкала» походить від латинського слова «Scala», яке у перекладі означає «сходи». Шкалою вимірювань називають прийнятий за згодою порядок визначення і позначення всіляких проявів

(значень) конкретної властивості (величини). У відповідності до логічної структури прояву властивостей, розрізняють п'ять основних типів шкал вимірювань:

- шкала найменувань;
- шкала порядку;
- шкала інтервалів (різниць);
- шкала відношень;
- абсолютні шкали.

Шкала найменувань. Це найпростіші шкали, які відтворюють якісні (не кількісні) властивості. Їх елементи характеризуються тільки співвідношеннями еквівалентності (рівності) і подібності конкретних якісних проявів властивості. Ці шкали не мають нуля і одиниці вимірювань, у них відсутні відношення співставлення типу «більше–менше». Для них незастосовно поняття лінійності (або нелінійності). На шкалах найменувань не можна здійснювати арифметичні дії. Можливо застосування невизначеності результату вимірювань. Вимірювання зводиться до порівняння вимірюваного об'єкту з еталонним і вибору одного з них (або двох сусідніх), що співпадає із вимірюваним. При побудові шкали найменувань важливу роль відіграють вибір логіки побудови і принцип кодування. Наприклад, на шкалі класифікації кольору об'єктів, їх розміщують у порядку близькості (схожості). Роль коду відіграє номер зразка кольору. Або шкала (класифікація) рослин, що створена Карлом Ліннеєм базується на наступних ознаках: побудова квітів (та інших репродуктивних органів), плодів, розташування листя і т.д. Кодом є багатоступенева латинська назва. Вимірювання у шкалах найменувань виконуються частіше, ніж здається. Результати якісного аналізу (визначення групи крові, застосованої отрути) – це вимірювання у шкалі найменувань.

Шкала порядку. Порівняння одного розміру з іншим за принципом «який більший» або «який кращий» здійснюється за шкалою порядку. Ці шкали принципово нелінійні. Тому вони не мають одиниць вимірювань. Більш докладна інформація: на скільки більше або у скільки разів краще іноді не

потрібна. Наприклад, можна візуально порівняти габарити двох виробів і мати судження про те, що більше і що менше. Подібним чином вирішуються більшість задач вибору: хто сильніший? як простіше? При цьому число порівнюваних між собою розмірів може бути достатньо великим. Розташовані у порядку збільшення або зменшення, вони утворюють шкалу порядку. Наприклад, у багатьох конкурсах і змаганнях майстерність виконавців і спортсменів визначається їх місцем, зайнятим у підсумковій таблиці. Вишикувавши людей за зростом, використовуючи шкалу порядку, можна зробити висновок про те, хто вище, однак сказати наскільки вище або у скільки не можна. Розташування розмірів за збільшенням або за зменшенням для отримання вимірювальної інформації за шкалою порядку називається ранжуванням. За шкалою порядку порівнюються між собою розміри, які самі залишаються невідомими. Результатом порівняння є ранжований ряд. При побудові шкали порядку (ранжованого ряду) широко використовується спосіб попарного співставлення, коли вимірювані розміри з початку порівнюються між собою попарно і для кожної пари результат порівняння має форму «більше–менше» або «краще–гірше». Математичною моделлю теоретичного порівняння між собою двох розмірів однієї міри за шкалою порядку є нерівність $Q_i \begin{matrix} \leq \\ \geq \end{matrix} Q_j$, а результат порівняння – рішення про те, який розмір більше іншого або вони рівні між собою. Якщо усі розрахунки правильні, то їх результат, рішення, є теж правильним. Вимірювання за шкалою порядку є найбільш недосконалими, найменш інформативними. Вони не дають відповіді на питання про те, на скільки або у скільки разів один розмір більше за другий. За шкалою порядку можуть виконуватися лише деякі логічні операції. Наприклад, якщо перший розмір більше другого, а другий більше третього, тоді і перший більше третього. Якщо два розміри менші за третій, тоді їх різниця менше третього. Ці властивості шкали називаються властивостями транзитивності. В той же час за шкалою порядку не визначено (не можуть виконуватися) ніякі арифметичні дії. Структурна схема вимірювання за

шкалою порядку складається із пристрою порівняння (компаратора) і пристрою прийняття рішення (рис. 9.1). У багатьох випадках в якості компаратора є людина. У цих же випадках вона і приймає рішення.

Вимірювання за шкалою порядку широко використовуються при контролі. Тут розмір Q_i , що повіряється, порівнюється із контрольним Q_j . Результатом вимірювання є рішення про те, придатний чи непридатний виріб за розміром, що контролюється.

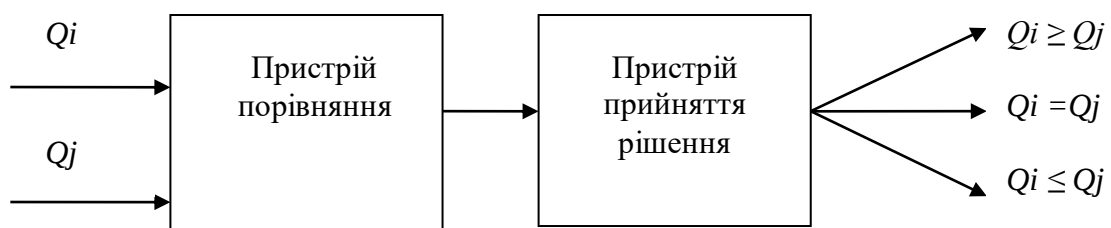


Рисунок 9.1 – Структурна схема вимірювань за шкалою порядку

Особливе місце має порівняння із розміром, що дорівнює нулю. Воно називається виявленням. Результатом виявлення є рішення про те, є сигнал чи ні. Засоби вимірювань, призначені для виявлення називаються індикаторами. Для полегшення вимірювань за шкалою порядку фіксуються деякі опорні точки в якості «реперних» (рис. 9.2). Точкам реперних шкал можуть бути присвоєні цифри, які називаються балами.

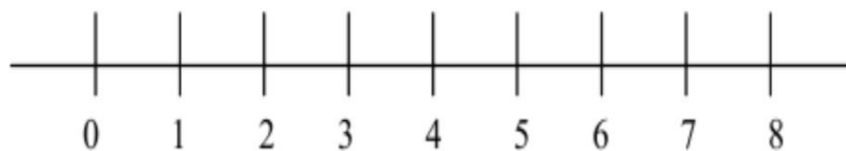


Рисунок 9.2 – Реперні точки на шкалі порядку

За реперними шкалами вимірюються:

- інтенсивність землетрусів за 12-ти бальною міжнародною шкалою MSK-64;

- сила вітру за шкалою Бофорта;
- сила морського хвилювання;
- чутливість фотоплівки;
- ступінь зрошення криги;
- твердість мінералів і т.д.

Недоліком реперних шкал є невизначенність інтервалів між реперними точками. Тому бали не можна додавати, віднімати, помножувати або ділити. Вимірювальна інформація, отримана за шкалою порядку непридатна, для математичної обробки. Неможливо і внесення до результату вимірювання поправок, бо якщо самі розміри, що порівнюються, невідомі, внесення поправок не привносить ясності.

Шкала інтервалів. Більш досконалими у цьому сенсі є шкали інтервалів, складені з чітко визначених інтервалів. На шкалі інтервалів відкладається різниця між розмірами. Загальноприйнятим є вимірювання часу за шкалою, поділеною на інтервали, рівні періоду обертання Землі навколо Сонця (літочислення). Ці інтервали (роки) діляться у свою чергу на більш дрібніші (добы), рівні періоду обертання Землі навколо вісі. Добы у свою чергу діляться на години, години на хвилини, хвилини на секунди. Принцип побудови шкали інтервалів для розмірів, утворюючих ранжований ряд $Q_1 < Q_2 < Q_3 < Q_4 < Q_5 < Q_6 < Q_7$, представлено на рисунку 9.3.

Математичною моделлю теоретичного порівняння між собою двох розмірів однієї міри є вираз: $Q_i - Q_j = \Delta Q$, в якому при побудові шкали інтервалів із розміром Q_j порівнюються усі розміри Q_i . На рис. 9.3 в якості Q_j вибрано четвертий розмір. Якщо б у якості Q_j було б обрано розмір Q_5 , відбулося б зміщення нуля праворуч, а якщо Q_3 , то ліворуч.

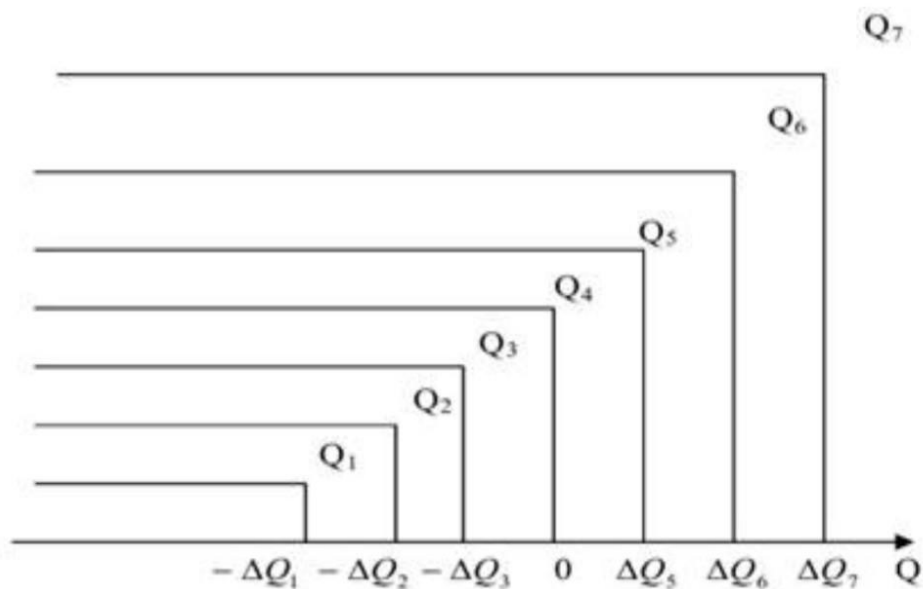


Рисунок 9.3 – Побудова шкали інтервалів для семи розмірів

Початок відліку на шкалі інтервалів довільний. На шкалі інтервалів визначено такі математичні дії, як додавання та віднімання. Інтервали з урахуванням знаків можна додавати один до одного і віднімати один від одного. Завдяки чому можна визначити, на скільки один розмір більше або менше за інший.

$$Q_7 - Q_5 = \Delta Q_7 - \Delta Q_5$$

$$Q_5 - Q_2 = \Delta Q_5 - (-\Delta Q_2) = \Delta Q_5 + \Delta Q_2$$

$$Q_3 - Q_1 = -\Delta Q_3 - (-\Delta Q_1) = \Delta Q_1 - \Delta Q_3$$

Адитивні операції (додавання, віднімання) за цими формулами виконуються з розмірами інтервалів, отриманих за невідградуваною шкалою. Якщо шкалу відградувано, розміри одиниць виражено у певних одиницях вимірювання. За відградуваною шкалою ці формули залишаються справедливими. З огляду невизначеності початку відліку мультиплікативні операції (множення, ділення) на шкалі інтервалів не визначено. Відповідно на шкалі інтервалів не можна визначати у скільки разів один розмір більше або менше за інший. Іноді шкали інтервалів отримують шляхом пропорційного поділу інтервалу між реперними точками. Отже, на температурній шкалі

Цельсія за початок відліку прийнято температуру танення криги (рис. 9.4). Із нею порівнюють усі інші температури. Для зручності використання шкали інтервалів шкала між температурою танення криги і температурою кипіння води розбита на 100 рівних інтервалів – градації або градусів. Усю шкалу Цельсія розбито на градуси як у бік додатних, так і у бік від’ємних інтервалів. На температурній шкалі Реомюра за початок відліку прийнято ту ж саму температуру танення криги, але інтервал між цією температурою і температурою кипіння води розбито на 80 рівних частин. Тим самим використовується інша градація температури: температура Реомюра більше ніж температура Цельсія.

На температурній шкалі Фаренгейта той же самий інтервал розбито на 180 частин. Отже, градус Фаренгейта менше ніж градус Цельсія. Крім того, початок відліку інтервалів на шкалі Фаренгейта зміщено на 32° у бік низьких температур. На шкалі Ранкіна за «0» також взято абсолютний нуль, як на шкалі Цельсія, а величина градуса дорівнює одному градусу за шкалою Фаренгейта.

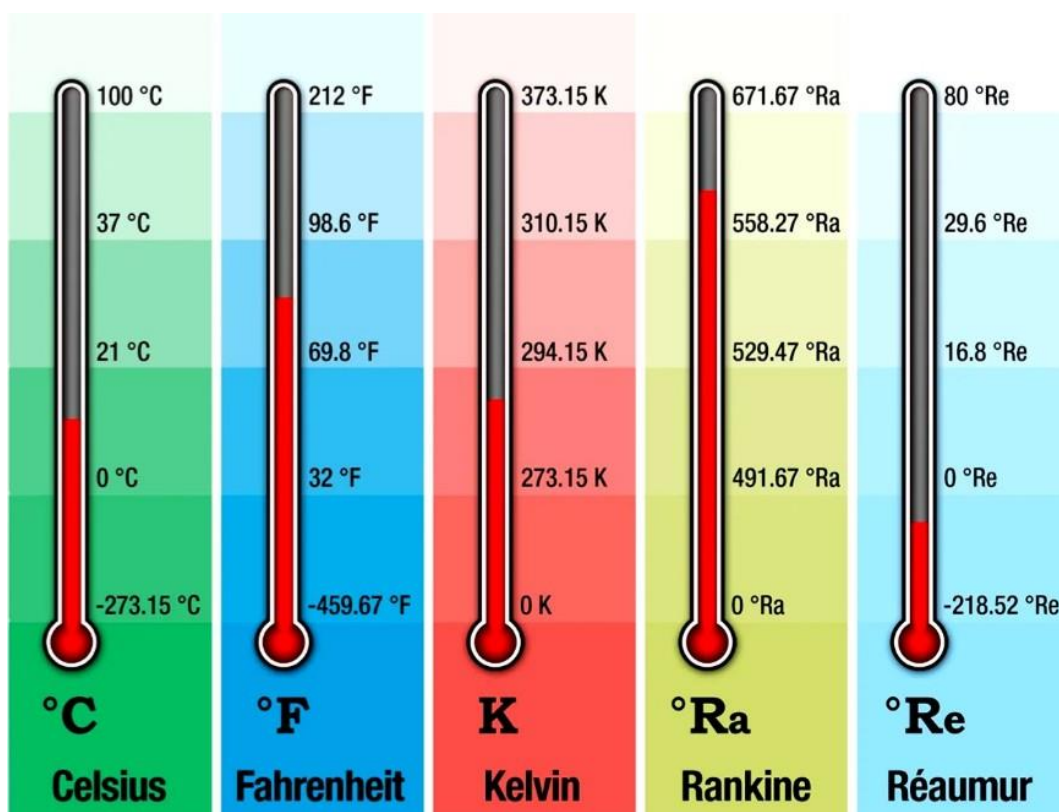


Рисунок 9.4 – Температурні шкали як приклад шкали інтервалів

Поділ шкали на рівні частини, градації, встановлює на ній масштаб і дозволяє виразити результат вимірювання у числовій мірі. При наявності масштабу вимірювання на шкалі інтервалів зводиться до підрахунку числа градацій, що вміщуються в інтервалі ΔQ_{ij} . Структурну схему засобів вимірювань за шкалою інтервалів представлено на рисунку 9.5.

У пристрої порівняння здійснюється операція порівняння. Оскільки розмір Q_j , з яким відбувається порівняння, залишається одним і тим же при різних Q_i , подавати його будь-який раз на вхід засобу вимірювання є зайвим. Інформація про нього закладається у прилад порівняння один раз і зберігається у ньому постійно.



Рисунок 9.5 – Структурна схема засобів вимірювань за шкалою інтервалів

Шкала відношень. При порівнянні між собою двох розмірів за правилом $Q_i / Q_j = q_{ij}$ розмір Q_j , що стоїть у знаменнику, виступає в якості одиниці вимірювання, оскільки частка від ділення q_{ij} показує, скільки розмірів Q_j вкладається у розмірі Q_i . Для забезпечення єдності вимірювань природньо в якості розміру Q_j вибрати одразу взаконену одиницю $[Q]$. Тоді $Q / [Q] = q$, і розташовані у порядку збільшення або зменшення числові значення q або значення $Q = q [Q]$ утворюють шкалу відношень. Вона простягається від 0 до ∞ і на відміну від шкали інтервалів не має від’ємних значень. Вираз $Q = q [Q]$ називається основним рівнянням вимірювання. Збільшення або зменшення $[Q]$ тягне за собою зворотно пропорційну зміну q . Тому значення, як і розмір вимірюваної величини, від вибору одиниць вимірювання не залежить. Шкала відношень є найбільш досконалою, найбільш інформативною. На ній визначено всі математичні дії: додавання, віднімання,

множення і ділення. Звідси випливає, що значення будь-яких розмірів на шкалі відношень можна додавати між собою, віднімати, перемножувати, ділити. Отже, можна визначити, на скільки або у скільки разів один розмір більше або менше за інший. В залежності від того, на які інтервали розбито шкалу, один і той же розмір представляється по-різному. Наприклад, 0,001 км; 1 м; 100 см; 1000 м – чотири варіанти представлення одного і того ж розміру. Їх називають значеннями вимірюваної величини. Таким чином, значення вимірюваної величини – це відторення її розміру у певних одиницях вимірювання. Абстрактне число, яке входить до неї, називається числовим значенням. Воно показує, на скільки одиниць вимірюваний розмір більше нуля або у скільки разів він більше одиниці (вимірювання). Наприклад, у виразах: 5 кг; 100 г; 20 год.; 500 т; 7 грн.; 6 балів, числа 5, 100, 20, 500, 7, 6 є числовими значеннями величин: кг, г, год., т, грн., бал – одиницями вимірювання.

Абсолютні шкали. Їх наділено усіма властивостями шкал відношень. Одиниці абсолютних шкал природні, а не вибрані за згодою, але ці одиниці безрозмірні (рази, відсотки, частки, повні кути і т.д.). Одиниці величин, які описуються абсолютними, не є похідними одиницями системи SI, оскільки за визначенням похідні одиниці не можуть бути безрозмірними. Це позасистемні одиниці. Стерадіан і радіан – це типові одиниці абсолютних шкал. Абсолютні шкали бувають обмеженими і необмеженими. Обмежені шкали – це, зазвичай, шкали із діапазоном від нуля до одиниці (коефіцієнт корисної дії, коефіцієнт поглинання або відбиття і т.п.). Прикладами необмежених шкал є шкали, за якими вимірюються коефіцієнти посилення, ослаблення і т.п. Ці шкали принципово нелінійні. Тому вони не мають одиниць вимірювань.

Питання для самоконтролю

1. Які існують методи вимірювання показників якості?
2. Яка різниця між автоматичними, автоматизованими і ручними вимірюваннями?

3. Які методи поєднує у собі комбінаторний метод вимірювання показників якості?
4. Основні типи шкал вимірювання.
5. Особливості шкали найменувань (приклади).
6. Характерні властивості шкали порядку (приклади).
7. Особливості шкали інтервалів (приклади).
8. Шкала відношень.
9. Відмінні риси абсолютних шкал.

Лекція № 10

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ТА ІНТЕГРАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

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:

$$K_i = \frac{\Pi_{\Sigma}}{3_c + 3_{сп.}}, \quad (10.1)$$

де Π_{Σ} – сумарний корисний ефект;

Z_c – затрати на створення продукції;

Z_{cn} – 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 середньозваженого арифметичного комплексний показник обчислюють за формулою:

$$Q = \sum_{i=1}^n K_i g_i, \quad (10.2)$$

де $K_i = \frac{P_i}{P_i^{баз}}$ – відносний показник якості;

P_i – показник якості продукції, що розглядається;

$P_i^{баз}$ – базовий (еталонний) показник якості;

g_i – коефіцієнт вагомості для i -го показника якості;

n – кількість показників якості.

Метод середнього зваженого арифметичного можна використовувати при невеликих відхиленнях величин P_i від $P_i^{баз}$. 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 до формули (10.2), 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 (10.2) під величинами K_i розуміють не відносні показники якості, а показники, виражені у 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. 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 серед таких методик є методика З. Н. Крапивенського із співавторами, в якій основна формула для розрахунку комплексного показника якості має вигляд :

$$PK = K_1/A + K_2/PT + K_3/PS + K_4/ПППЗ + K_5/ПЕ, \quad (10.3)$$

де A – комплексний технічно-економічний показник;

PT – технічний показник;

PS – показник рівня стандартизації;

$ПППЗ$ – показник патентно-правового захисту;

$ПЕ$ – показник естетики;

$K_1...K_5$ – коефіцієнти вагомості або просто вагомості.

Дещо інша методика розроблена Дж. Ситтігом. Ним запропоноване таке рівняння якості:

$$V_p = \sum_k \sum_j W_{jk} C_{jp} - \sum_k M_k, \quad (10.4)$$

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 грошової одиниці для k -го споживача (знаходиться в зворотній залежності до його купівельної спроможності).

Середньоарифметичну величину оцінок окремих властивостей розраховують найчастіше за формулою:

$$K_0 = \sum_j M_j \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n K_j^{M_j}}, \quad (10.5)$$

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

За методикою М. В. Федорова комплексну оцінку розраховують за формулою:

$$K_0 = \sqrt[4]{ТЕФП}, \quad (10.6)$$

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 наближення до нуля при нульовій оцінці однієї з властивостей. Питання про перевагу однієї з двох середніх –

середньоарифметичної чи середньгеометричної виникло ще в середні віки, деяке проміжне положення між середньоарифметичною та середньгеометричною оцінкою займає середньгармонійна величина, а розрахункова формула комплексної оцінки з її використанням має вигляд:

$$K_0 = \frac{\sum_{j=1}^n M_j}{\sum_{j=1}^n \frac{M_j}{K_j}}. \quad (10.7)$$

Перевага середньгармонійної 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 формулою:

$$K_0 = f(P_1, P_2, \dots, P_n), \quad (10.8)$$

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 питання, 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 є формула:

$$K = \frac{D}{C_\Sigma}, \quad (10.9)$$

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 витрати на виробництво і споживання продукції.

Як бачимо, тут не враховані технічні, естетичні та інші якості продукції. Тому в подальшому ця формула доповнювалася різними способами. Наприклад, Г. Г. Азгальдов при оцінці якості запропонував замінити величину D на D' :

$$D' = D \sum_{j=1}^n M_j K_j. \quad (10.10)$$

За методикою А. В. Глічева вибір критерію інтегрального показника якості базується на комплексній оцінці, яка вираховується відношенням величини потреби споживача у даній продукції Q_{Σ} до витрат на її проектування, виготовлення і застосування C_{Σ} :

$$K = \frac{Q_{\Sigma}}{C_{\Sigma}} \quad (10.11)$$

Розмірність величини в K у формулі (10.11) визначається видом продукції.

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

$$K = \frac{CB}{BB}, \quad (10.12)$$

де CB – споживча вартість продукції;

BB – витрати виробництва.

Окрім загальних теоретичних положень вибору критеріїв інтегральних показників якості існує багато формул для оцінки конкретних видів продукції.

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

$$C = \frac{C_{об}}{T\eta\Pi_p} + 3, \quad (10.13)$$

де $C_{об}$ – вартість обладнання;

T – термін служби обладнання;

η – коефіцієнт технічного використання;

Π_p – розрахункова продуктивність;

3 – затрати на одиницю виробленої продукції.

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

$$G = \frac{N^2 T}{C_I}, \quad (10.14)$$

де N – еквівалентне число поділок (інформаційна здатність вимірювального приладу);

T – час безперервної роботи;

C_I – вартість отриманої інформації.

Існує ще низка інших способів визначення інтегральних показників якості продукції з використанням різноманітних математичних методів. Деякі науковці пропонують економіко-математичні моделі для визначення критеріїв якості. Принципово ці моделі подібні одна до одної, і можуть бути визначальними для інтегральних показників якості, адже в їх узагальнених числівниках маємо значення віддачі, а у знаменнику – аналогію витрат. Усі вони показують, що критерій «ефект, поділений на витрати» набув широкого застосування для розробки показників якості різних видів. Такі оцінки повинні враховуватись при плануванні підприємств, організації виробництв тощо.

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

Питання для самоконтролю

1. Які два етапи включає комплексна оцінка якості?
2. За якою формулою обчислюють комплексний показник якості за методом середньозваженого арифметичного?
3. Які обмеження існують для методу середньозваженого арифметичного?
4. За яких умов стосовно окремих показників якості подальшу комплексну оцінку рівня якості вважають доцільною або недоцільною?
5. Формула, яка найчастіше застосовується для розрахунку середньоарифметичної величини оцінок окремих властивостей.
6. Формула комплексної оцінки якості з урахуванням середньогармонійної величини.
7. Загальний вигляд математичної моделі, що пов'язує значення показників окремих властивостей з комплексною оцінкою.
8. Назвіть словами узагальнений принцип визначення інтегральних показників якості для різних математичних методів.

Лекція № 11

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ЗМІШАНИМ МЕТОДОМ, ІНДЕКСАМИ. КОЕФІЦІЄНТ СОРТНОСТІ, ІНДЕКС ДЕФЕКТНОСТІ. ФОРМИ ВИРАЖЕННЯ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ 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 різнорідної 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 відтворює можливість виробу виконувати основне призначення (наприклад, для металообробних верстатів 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:

$$I_{\text{я}} = \frac{\sum_{i=1}^s n_i q_i l}{\sum_{i=1}^s n_i l}, \quad (11.1)$$

де q_i – відносний показник якості i -го виду виробу;

n_i – кількість виробів i -го виду у поточному періоді;

l – 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:

$$I_{\text{я}} = \frac{\bar{v}_{\text{сер}}}{\bar{v}_{\text{баз}}}, \quad (11.2)$$

де $\bar{v}_{\text{сер}}$ – середній бал оцінюваної продукції;

$\bar{v}_{\text{баз}}$ – середній бал продукції, прийнятий за базу для порівняння:

$$\bar{v}_{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^s C_i v_i}{\sum_{i=1}^s C_i}, \quad (11.3)$$

де C_i – сума, на яку випущено продукції i -ої категорії якості;

v_i – відповідний бал i -ої категорії якості продукції.

Таким чином, «середній бал» є комплексним показником якості різномірної 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)

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^s \sum_{k=1}^n C_{ik} q_{ik}}{\sum_{i=1}^s C_{il} \sum_{k=1}^n q_{ik}}, \quad (11.4)$$

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

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

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^d m_i r_i, \quad (11.5)$$

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):

$$D_{\text{баз}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^d m_i R_i, \quad (11.6)$$

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 $D_{1\text{баз}}, D_{2\text{баз}}, \dots, D_{s\text{баз}}$. Тоді відносні показники:

$$Q_i = \frac{D_i}{D_{i\text{баз}}}, \quad (11.7)$$

де $i = 1, 2, \dots, s$.

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

$$I_{\text{Д}} = \frac{\sum_{i=1}^s C_i Q_i}{\sum_{i=1}^s C_i}, \quad (11.8)$$

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.

Якість, як об'єкт вимірювання є багатомірним і тому не може характеризуватися тільки одною фізичною величиною чи показником якості. Оскільки показники якості є величинами змінними в часі, то порівняння їх роблять з урахуванням цієї динаміки. Показники якості за формою вираження оцінки можуть бути метричні, бальні і безрозмірні. Метричні оцінки є вираз

результатів вимірювань в існуючих системах метричних мір. Їх виставляють після проведення лабораторних вимірювань і визначень ознак чи властивостей продукції. Бальні оцінки широко застосовують при використанні органолептичних і експертних методів досліджень. Особливо широке застосування знайшла система бальних оцінок при органолептичному аналізі якості продукції. Безрозмірні оцінки використовуються для вираження рівня якості продукції і для порівняння виробів різного призначення. При цьому способі оцінка виражається в долях одиниці чи в процентах.

В світовій практиці з метою оцінки ступеня якості продукції використовується градація (клас, сорт) – категорія чи розряд, які присвоєні продукції, яка має теж саме функціональне застосування, але різні вимоги до якості. При чисельному позначенні найвищому класу присвоюється число 1 (із зниженням відповідно до 2, 3 і т.п.), а при позначенні кількістю будь-яких знаків, наприклад зірочок, найменший клас має меншу кількість таких знаків.

Питання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте сутність змішаного методу оцінки рівня якості.
2. Як будуються індекси оцінювання якості продукції?
3. Як визначається індекс якості на основі головного показника якості?
4. Розрахунок індексів якості за результатами атестації.
5. Дайте характеристику коефіцієнта сортності.
6. Алгоритм визначення індексу дефектності.
7. У чому різниця метричних, бальних і безрозмірних показників якості?
8. Які існують градації для оцінки ступеня якості продукції?

Лекція № 12

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.

Схему оцінки рівня якості продукції показано на рисунку 12.1.

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.

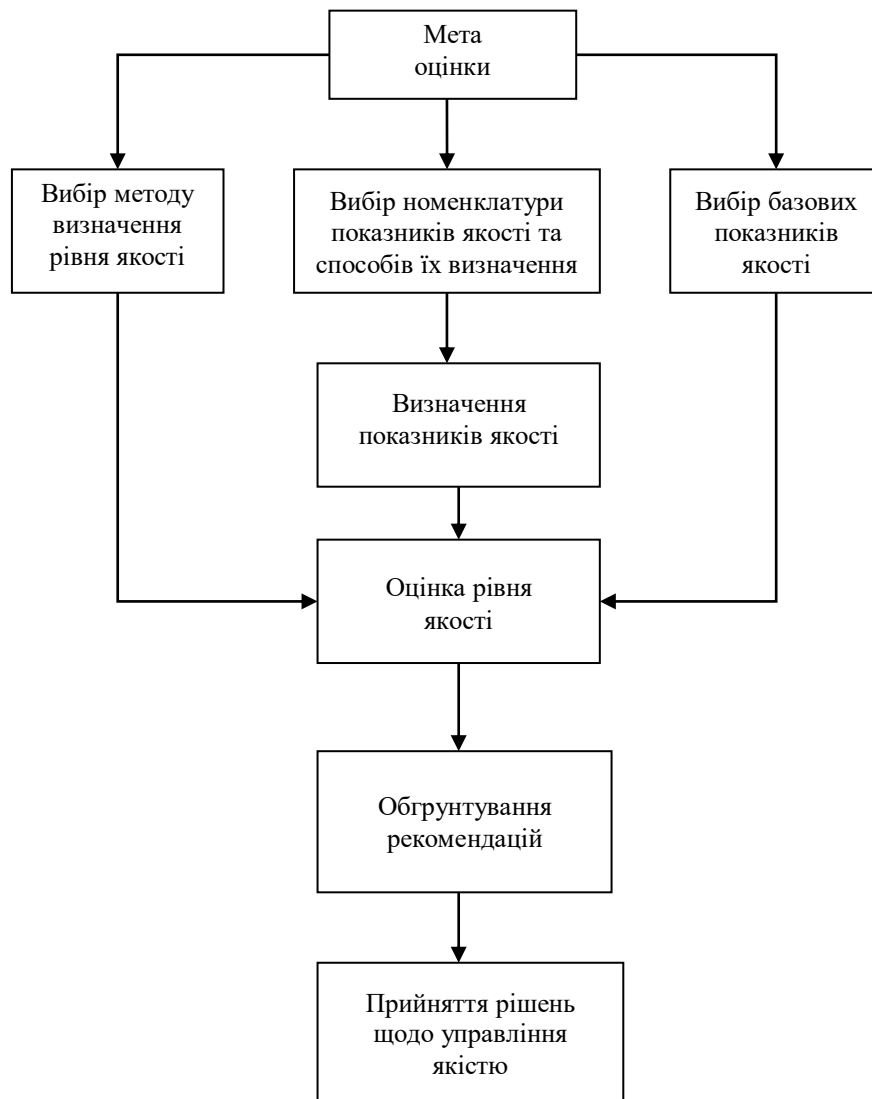


Рисунок 12.1 – Схема оцінки рівня якості продукції

Призначення еталону. Кількісна оцінка показника K_{ij} найчастіше характеризує ступінь його наближення до базового $K_{ij}^{\text{баз}}$, 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 встановлено вимоги, які містять всі необхідні показники якості.

Розрізняють базові зразки, які встановлюють:

- середній досягнутий світовий рівень якості;
- середній досягнутий господарський рівень;
- найвищий досягнутий господарський рівень якості;
- економічно оптимальний рівень якості;
- перспективний господарський рівень якості;
- перспективний світовий рівень якості.

Базовими зразками можуть бути:

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

Заплановані базові показники слід встановлювати 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, які забезпечують найвищий економічний ефект у 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. 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 $K_{ij} = P_{ij} / P_{ij}^{баз}$. З цієї а 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 $P_{ij}^{\max} \dots P_{ij}^{\min}$, 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 шкали 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 дослідів 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, настрій 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 (табл. 12.1).

За необхідності допускаються проміжні оцінки: 4,5 і 3,5 – для варіанту 1; 2,5 і 1,5 – для варіанту 2.

У разі необхідності можна застосовувати й інші варіанти розподілу балів.

Таблиця 12.1 – Варіанти бальної оцінки показників якості

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

Питання для самоконтролю

1. Якими принципами керуються при виборі властивостей для комплексної оцінки якості?
2. Від чого залежить вибір методу визначення рівня якості продукції?
3. Скорочено опишіть алгоритм оцінки рівня якості.
4. Для чого вводиться оцінка рівня якості?
5. Що в кваліметрії приймається за базовий зразок?
6. На чому базується вибір базових зразків?
7. Які існують еталони призначення?
8. Як класифікуються еталони за способом вираження?

9. Для чого необхідно враховувати інтервал зміни показників властивостей?
10. Які властивості продукції називають органолептичними? Як вони визначаються?
11. Як різняться трудомісткість, точність і відтворюваність результатів в експертних і експериментальних методах вимірювань показників якості?
12. Яку систему оцінки показників якості застосовують для органолептичного методу?

Лекція № 13

ДЕЯКІ ПАРАМЕТРИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ

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

$$\Delta K_0 = f(\Delta K_C, \Delta K_B, \Delta K_P, \Delta K_K), \quad (13.1)$$

де ΔK_C – похибка за рахунок не враховування всіх властивостей якості;

ΔK_B – похибка визначення вагомості властивостей;

ΔK_P – похибка оцінки простих властивостей;

ΔK_K – похибка оцінки складних властивостей.

Розглянемо детальніше ці похибки. Кількість властивостей, які використовують для оцінки якості продукції, завжди менша за кількість 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 врахованих. 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 їх 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 використаних з цією метою формул.

Комплексну оцінку якості продукції отримують шляхом зведення разом 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 разом в рамках комплексного критерію якості різноманітних показників, що характеризують окремі властивості продукції. При цьому важливо, щоб усереднення оцінок не затьмарило неприпустимі 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:

$$K_0 = 0 \text{ при } \{ (P_j - P_j^{\min}) < 0 \text{ або } (P_j^{\max} - P_j < 0) \} \text{ для всіх } j (j = 1, 2, \dots, n) \quad (13.2)$$

В іншій моделі у формулу для розрахунку комплексного показника якості K_0 вводиться знак « $\pm$ », 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 $\varphi(P_j)$:

$$K'_0 = \varphi(P_j)K_0, \quad (13.3)$$

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

$$\varphi(P_j) = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n K_j^{\min}}, \quad (13.4)$$

де n – кількість основних властивостей якості;

$K_j^{\min}$ – оцінка показника j -ї властивості, що має мінімальне значення, при $P_j < P_j^{\min}$.

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:

$$\varphi(P_j) = \prod_{j=1}^n \sigma_0(P_j - P_j^{\min}), \quad (13.5)$$

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

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

$$\varphi(P_j) = e^{-t}, \quad (13.6)$$

$$\text{де } t = \left[\sum_{j=1}^n \left(\frac{P_j}{P_j^{\max} c} \right)^{2d} + \sum_{j=1}^n \left(\frac{P_j^{\min}}{P_j b} \right)^{2d} \right];$$

c і b – додатні числа, ненабагато більші за 1, наприклад, $c = 1,0001$;

d – велике додатне число, наприклад, $d = 20000$.

За формулою (13.6) коефіцієнт вето спадає майже до нуля при виході значень P_j за допустимі межі. Це спричиняють нерівності: $\frac{P_j}{P_j^{\max}} \succ 1$, $\frac{P_j^{\min}}{P_j} \succ 1$ і коефіцієнт вето дорівнюватиме одиниці при виконанні умов: $\frac{P_j}{P_j^{\max}} \leq 1$, $\frac{P_j^{\min}}{P_j} \leq 1$.

Тобто, остання форма коефіцієнта 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 деякі автори пропонують ввести поправковий коефіцієнт ρ і комплексну оцінку виражати формулою:

$$K'_0 = K_0 - \rho, \quad (13.7)$$

де K_0 – комплексна оцінка якості без врахування параметра часу, значення якої знаходяться в інтервалі $0 \dots 1$;

ρ – поправковий коефіцієнт, який призводить до зменшення оцінки якості з плином часу і виражається експонентою:

$$\rho = 1 - e^{-\frac{t}{T_A}}, \quad (13.8)$$

де t – час, що пройшов з моменту появи нового продукту на ринку;

T_A – константа, залежна від виду продукції.

Для врахування фактора часу також пропонується запровадження зважувальної функції $Q(t)$ при виконанні таких наступних умов:

$$\begin{aligned}Q(0) &= 1, \\Q(\infty) &= 0, \\0 < Q(t) &< 1, \\Q(t) &= e^{-at},\end{aligned}\tag{13.9}$$

де a – додатний параметр, що визначається видом продукції.

З урахуванням такої зважувальної функції комплексна оцінка якості має вигляд:

$$K'_0 = K_0 Q(t).\tag{13.10}$$

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

Питання для самоконтролю

1. Які похибки супроводжують комплексну оціку властивостей якості?
2. Які властивості не враховують при комплексній оцінці якості?
3. Яка функція коефіцієнта вето в кваліметрії?
4. Яку мету переслідують наведені методики розрахунку коефіцієнта вето?
5. Опишіть взаємозв'язок оцінки якості і параметра часу.
6. За допомогою чого може враховуватися час у комплексній оцінці якості?
7. Яку залежність від часу має зважувальна функція?

Лекція № 14

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПОСЛУГ

Галузь послуг набуває все більшого значення для економіки держав. 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). Європейська Комісія проводить дослідження з метою аналізу застосування методології визначення в Європі якості 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. Завдяки можливостям електронного зв'язку постійно розширюються послуги з кредитування під заставу, страхування, обміну валют, брокерських операцій та ін.

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 не 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.

Стандартизація у галузі послуг – це спосіб забезпечення якості послуг, 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 і страхову справи, операції з цінними паперами, різні види транспорту, телекомунікації, будівництво, індустрію відпочинку, консультаційні, медичні послуги, нерухомість тощо.

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

Особливо актуальною є стандартизація послуг, пов'язаних з обслуговуванням після продажу. Вона повинна уніфікувати підхід до виробників, постачальників послуг і операторів. Обслуговування після продажу – один з факторів конкурентоспроможності товару, тому вибір, зроблений споживачем з урахуванням цього фактора, може стати вирішальним у виборі ним самого товару.

Одним із шляхів підвищення якості послуг є їхня сертифікація. Однак є також деякі особливості послуг як об'єкта сертифікації:

- 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.

Для сертифікації окремих видів послуг поряд зі стандартизацією самих послуг здійснюється стандартизація систем забезпечення якості послуг. У рамках системи якості послуг повинні бути розроблені методики, які встановлюють вимоги до здійснення всіх пов'язаних з виконанням послуги процесів – маркетингових досліджень ринку послуг, проектування послуги, вимог до послуги, організації технологічного процесу і контролю надання послуги, результатів послуги, оцінок послуги виконавцем і замовником.

Якість послуги значною мірою обумовлена діями, пов'язаними із заходами, що виконуються за результатами зворотного зв'язку, встановленого між вище названими основними складовими процесу надання послуг, які постійно взаємодіють між собою:

- з оцінювання наданої послуги постачальником;
- з оцінювання отриманої послуги споживачем;

– з перевірки якості реалізації всіх елементів системи якості та їх ефективності.

У сфері послуг конкурентоспроможність визначається сукупністю можливостей підприємства задовольняти не тільки поточні потреби споживачів, а й працювати на випередження попиту, тому дослідження тенденції ринкового попиту на послуги стає досить актуальним і складним завданням. Складність пов'язана з необхідністю узгодження організаційно-інформаційного, техніко-технологічного, фінансового, сервісного та іншого забезпечення при формуванні послуг, що потребує застосування нових методів комплексної (узагальнюючої) оцінки якості діяльності підприємств з надання послуг.

Процедура підтвердження відповідності якості послуг встановленим вимогам (сертифікація) потребує кваліфікованої оцінки якості як об'єкту послуг, так і самих підприємств з надання послуг. Вивчення різних методів оцінки якості як нецінового чинника підвищення конкурентоспроможності послуг і підприємств, показало, що не має одностайної думки щодо рішення цієї проблеми. Та, незважаючи на значну кількість пропозицій з оцінки й управління якістю підприємств з надання послуг, науковці недостатньо уваги приділяють її комплексній (узагальнюючій) кількісній оцінці.

Наразі саме кваліметрія може дати ці комплексні кількісні оцінки якості послуг як для вирішення питань управління якістю з наукових позицій, так і з точки зору економічних питань, зокрема, прибутку. Однак, потрібно зазначити, що кваліметричний аналіз ще не знайшов широкого розповсюдження стосовно послуг.

В Україні розроблено класифікатор послуг, упорядковано термінологію, яку використовують у законодавчих актах в галузях послуг. Здійснюється робота з 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 процесу обслуговування.

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, параметрів (характеристик) послуг, достатньо важливих для споживача, і визначення коефіцієнтів вагомості цих параметрів.

Адаптацію методики комплексної кількісної оцінки якості до послуг можна продемонструвати на прикладі туристичної діяльності. Ефективність діяльності туристичних підприємств визначається критерієм якості через систему показників фінансового стану, обсягу наданих послуг, отриманого прибутку, забезпеченості оборотними коштами й власним капіталом, достатності асортименту, часу роботи на ринку, ринкової частки, кількості працівників та їх освітнього й кваліфікаційного рівня, маркетингової активності, використання інновацій, іміджу та забезпеченості власними засобами розміщення і транспортування туристів, що дозволяє оцінити якість туристичного обслуговування.

Для отримання кількісної оцінки якості діяльності туристичних підприємств необхідно визначити номенклатуру показників якості, їх структуру й базу для порівняння, обрати метод зведення оцінок окремих властивостей якості для отримання узагальненої оцінки.

Номенклатуру показників якості діяльності туристичних підприємств можна продемонструвати побудовою дерева властивостей, яке має ієрархічну багаторівневу структуру і враховує чинники, що характеризують ефективність туристичної діяльності й забезпечують конкурентні переваги підприємству. Дерево зображено у вигляді класифікаційної правобічної таблиці за п'ятьма рівнями (табл. 14.1).

Наведене дерево властивостей туристичного підприємства побудовано на евристичній основі, яка обумовлює підпорядкованість, зіставлення, повноту, визначеність, можливість коригування. Воно відповідає як загальним вимогам, коли дерево розглядається як поодинокий випадок класифікації, так и

специфічним, коли дерево є інструментом оцінки якості конкретного туристичного підприємства в цілому.

Таблиця 14.1 – Дерево властивостей туристичного підприємства

Конкуренто-спроможність туристичного підприємства	Кількісні показники	Фінансові показники	Фінансовий стан	Ліквідність	Термінова
					Поточна
					Рівень покриття
				Рентабельність	Власного капіталу
					Діяльності
					Оборотних активів
			Фінансова стійкість		Фінансова незалежність
					Забезпеченість власними коштами
					Маневреність капіталу
			Звітні дані		Прибуток
					Оборотні кошти
					Власний капітал
	Статистичні показники				Обсяг турпослуг
					Асортимент послуг
					Тривалість роботи на ринку
					Частка ринку
					Кількість працівників
					Власні засоби розміщення й транспортування туристів
Якісні показники					Кваліфікація й освіта персоналу
					Маркетингова активність
					Упровадження інновацій
					Імідж підприємства

Для об'єктивності визначення кількісних показників оцінки якості воно повинно базуватися на стандартних формах статистичної й фінансової звітності, а тому мати об'єктивний характер.

Якісні показники можуть бути обґрунтовані на основі експертного опитування представників туристичних підприємств про номенклатуру чинників, що характеризують якість діяльності їхніх підприємств.

Найголовніше при комплексній оцінці якості туристичної діяльності є визначення вагомості впливу кожного чинника на ефективність роботи підприємства. Оскільки кількісна оцінка якості туристичної діяльності поки що знаходиться на стадії наукових досліджень, то є доцільним використання експертного методу для визначення відносної важливості показників туристичної діяльності.

Визначення комплексного показника якості туристичної діяльності підприємства потребує вибору базових показників. За базу в розрахунках можна взяти середньорічні показники туристичної діяльності підприємств (прибуток, обсяг туристичних послуг, кількість наданих туроднів, частка ринку, кількість працівників), середню арифметичну величину оборотного та власного капіталу туристичного підприємства, показники експертної оцінки за п'ятибальною шкалою для визначення структури асортименту послуг, кваліфікацію й освіту персоналу, маркетингової активності, впровадження інновацій, іміджу підприємства, забезпеченості власними засобами розміщення й транспортування туристів, а також нормативні коефіцієнти ліквідності, рентабельності й фінансової стійкості.

Для визначення узагальненого показника оцінки якості діяльності туристичних підприємств K використовувалась формула:

$$K = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_{\text{баз}}} \alpha_i, \quad (14.1)$$

де $P_i, P_{\text{баз}}$ – i -ий та базовий показники якості відповідно;
 α_i – коефіцієнт вагомості i -го показника.

Похибка оцінки окремих параметрів, прийнятих для оцінки комплексного показника якості туристичних підприємств залежить від наявності й реальності даних. Тому така оцінка в цілому має суб'єктивний характер, а її точність залежить від бажання самого туристичного підприємства надати своєчасну достовірну й повну інформацію про свою діяльність.

Отже, узагальнений показник оцінки якості туристичної діяльності підприємств може бути основою для визначення її переваг і недоліків, які необхідно враховувати в управлінні конкурентоспроможністю туристичного продукту та послуг підприємств з його надання. Використання такого показника дає можливість оцінити не тільки існуючий рівень якості та туристичної привабливості підприємств для споживачів, а й їхнє місце на ринку. В цілому запропонована методика аналізу дозволяє виявити численні чинники, що визначають конкурентоспроможність туристичного підприємства, яку важко переоцінити в умовах розвитку індустрії послуг.

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

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

Такий підхід дозволяє більш вірогідно оцінювати відповідність послуги вимогам споживачів і виробляти належні критерії для оцінювання якості, стандартизації і сертифікації послуг. У цьому аспекті певним досягненням світового досвіду з оцінки послуг вважають прийняття ISO міжнародного

тандарту 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 урахує якість виконання $K_{вик}$, культуру обслуговування $K_{клт}$ і доступність $K_{дост}$:

$$K = K_{вик} \times K_{клт} \times K_{дост}. \quad (14.2)$$

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

Питання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте особливості оцінювання якості послуг.
2. Опишіть частку послуг у світовій торгівлі.
3. Особливості стандартизації послуг.
4. Особливості сертифікації послуг.
5. На чому базується якість послуг?
6. Чим визначається конкурентоспроможність у сфері послуг?
7. Які кроки зроблено в Україні на шляху оцінки якості послуг?
8. Назвіть головні етапи оцінки рівня якості послуг.
9. Наведіть можливу формулу визначення узагальненого показника оцінки якості діяльності підприємств з надання послуг.
10. Головні вимоги до послуг.

Лекція № 15

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ І КОНТРОЛЬ

Практичним підсумком діяльності підприємств, будь-яких виробників є випуск готової продукції. Під продукцією розуміють матеріалізований результат процесу трудової діяльності, який наділено корисними властивостями, який з'явився у певному місці за певний період часу. Під якістю продукції розуміється сукупність властивостей продукції, що обумовлюють її придатність задовольняти певні потреби у відповідності до її призначення. Якість належить до нестабільних характеристик продукції. Покращити підсумкову якість готової продукції можливо тільки при додаткових витратах – якщо це виправний брак, або неможливо – якщо брак невивправний. Підсумкова кількість продукції може досягнути заданого об'єму, якщо негативні впливи буде своєчасно усунено на відповідних стадіях проектування, підготовки виробництва, матеріального забезпечення і виготовлення продукції. Рішенню цієї задачі сприяє управління якістю продукції, що є діями, які здійснюються при створенні або споживанні продукції з метою встановлення, забезпечення і підтримки необхідного рівня її якості. Основні аспекти управління якістю в масштабі підприємства наведено у таблиці 15.1.

Управління якістю продукції, як і будь-який процес управління, повинно складатися, як мінімум, з чотирьох базових дій:

- встановлення критеріїв оцінки потрібних властивостей продукції;
- контроль ступеню досягнення заданих властивостей;
- аналіз відхилень від заданого рівня;
- регулювання процесу створення для досягнення вихідного результату заданих критеріїв.

Стає очевидним необхідність обмеження вимог до властивостей конкретної продукції з метою визначення конкретних характеристик цих властивостей і оцінки корисності продукції – її фактичної якості. Всі

встановлені у нормативній документації на продукцію показники якості підлягають контролю.

У процесі співставлення результатів контролю продукції з встановленими вимогами надається оцінка її якості. Оцінка якості продукції за результатами технічного контролю здійснюється за відсутності або наявності невідповідностей її показників і параметрів, виявлених при співставленні.

Контроль якості – діяльність, метою якої є перевірка відповідності показників якості продукції встановленим вимогам. Будь-який контроль якості будується на вимірювання якості. Однак контроль не обмежується поняттям вимірювання. Контроль якості встановлює відповідність значень показників якості Q_i існуючим вимогам Q_j . Таким чином, мета контролю якості суто практична. Контроль якості можна проводити, використовуючи різні типи вимірювальних шкал: шкалу порядку, шкалу інтервалів, шкалу відношень. Контроль якості може виконуватися інструментальним (із вказівкою на технічні засоби контролю) або експертним методами.

Таблиця 15.1 – Основні аспекти управління якістю

Управління якістю	
Загальне управління якістю	Оперативне управління якістю
↓	↓
Політика і планування якості Організація роботи з якості Навчання і мотивація персонала Прийняття стратегічних рішень Взаємодія із зовнішньою середовищем	Контроль якості Інформація про якість Розробка заходів Прийняття оперативних рішень Реалізація заходів

За можливістю (або неможливістю) використання продукції після проведення контролю розрізняють:

- неруйнівний контроль якості (НKK);
- руйнівний контроль якості (РKK).

При неруйнівному контролі відповідність значення показника якості встановленим вимогам визначають за результатами взаємодії різних фізичних полів і випромінювань з об'єктом контролю.

У випадку руйнівного контролю відповідність (або невідповідність) значення показника якості встановленим вимогам визначають при руйнуванні об'єкта контролю або при незворотній зміні його властивостей.

За характером розподілу у часі розрізняють контроль якості:

- безперервний;
- періодичний;
- летючий.

Безперервний контроль якості полягає у безперервному вимірюванні показників якості і перевірці їхньої відповідності встановленим вимогам впродовж певного періоду часу (наприклад, усього процесу виготовлення виробу) або конкретної стадії життєвого циклу (найчастіше на стадіях виготовлення і експлуатації). Цей вид контролю якості найчастіше проводиться за допомогою автоматичних засобів контролю. Необхідність у безперервному технологічному контролі виникає тоді, коли без нього неможливо забезпечити необхідний рівень якості на стадії виготовлення. На стадії експлуатації безперервний експлуатаційний контроль якості продиктовано найчастіше усього вимогами безпеки.

При періодичному контролі якості вимірювальну інформацію про показники якості отримують періодично через встановлені проміжки часу τ_k (період контролю). Період контролю може бути як менше, так і більше часу однієї технологічної операції τ_{on} ($\tau_k < - > \tau_{on}$). Якщо $\tau_k = \tau_{on}$ періодичний контроль стає операційним (або післяопераційним).

Летючий контроль якості проводять у випадкові моменти часу. Випадковість моменту часу контролю надає цьому виду контролю якості характер раптовості (незапланованості).

За можливими виконавцями контроль якості поділяють на:

- самоконтроль якості продукції (робочим, оператором, налаштувачем);
- контроль якості майстрами;
- контроль якості відділом технічного контролю (ВТК) (контролером або майстром ВТК);

- інспекційний контроль (спеціально уповноваженими представниками).

В залежності від того, яка організація уповноважила представника контролю, розрізняють наступні види інспекційного контролю:

- відомчий;
- міжвідомчий;
- позавідомчий;
- Державний нагляд за якістю представниками Держстандарта України.

За стадіями технологічного (виробничого) процесу розрізняють контроль якості:

- вхідний;
- операційний;
- приймальний (приймально-здаточний).

Вхідному контролю якості піддають сировину, вихідні матеріали, напівфабрикати, комплектуючі вироби, технічну документацію і т.д., тобто, все те, що використовують при виробництві продукції або її експлуатації.

Операційний контроль якості продукції здійснюють в процесі її виробництва (під час або після виконання окремих виробничих операцій).

Приймальний контроль якості готових виробів, складальних і монтажних одиниць проводять наприкінці технологічного процесу.

За характером впливу на хід виробничого (технологічного) процесу контроль якості поділяють на:

- активний;
- пасивний.

При активному контролі якості результат контролю безперервно використовують для управління технологічним процесом. Активний контроль якості за часом суміщений з технологічним процесом у спільний технолого-

контрольний (або контрольно-технологічний) процес і, як правило, виконується автоматично.

Пасивний контроль якості здійснюють після завершення або технологічної операції, або усього технологічного циклу (завершення процесу виготовлення деталі, виробу). Неможливість здійснювати будь-який вплив на технологічний процес є відмінною рисою цього виду контролю якості.

Пасивний контроль якості може бути:

- ручний;
- автоматизований;
- автоматичний.

За місцем проведення розрізняють контроль якості:

- рухомий;
- стаціонарний.

Рухомий контроль якості здійснюють безпосередньо на робочих місцях, де ведеться виготовлення продукції (біля верстатів, на складальних операціях, стендах налаштування і т.д.). Цей вид контролю якості використовують при операційному контролі, контролі громіздких і нетранспортабельних виробів, при неможливості включення до технологічного циклу спеціалізованого робочого місця контролера, одиничному і мілкосерійному виробництві, контролі якості складальних операцій.

Стаціонарний контроль якості здійснюють на спеціально облаштованих контрольних робочих місцях. Цей вид контролю якості застосовують при необхідності створення спеціальних умов контролю, можливості включення у технологічний цикл стаціонарного робочого місця контролера, використанні засобів контролю якості, які можна застосовувати тільки у стаціонарних умовах, крупносерійному і масовому виробництві.

За об'єктами контролю розрізняють контроль якості:

- продукції;
- товарної і супроводжувальної документації;
- технологічного процесу;

- засобів технологічного оснащення;
- проходження рекламації;
- дотримання умов експлуатації;
- технологічної дисципліни;
- кваліфікації виконавців.

За кількістю вимірювань показника якості Q_i , розрізняють контроль якості: одно- або багатократний. Однократний контроль якості найменш трудомісткий, однак, часто він не забезпечує потрібну якість контролю, а саме: потрібну точність, правильність, достовірність. У таких випадках переходять до багатократного контролю, який більш трудомісткий, але забезпечує потрібну якість контролю.

За способом відбору виробів, що підлягають контролю якості, розрізняють:

- суцільний (без вибору);
- вибіркового.

Суцільний (стовідсотковий) контроль якості усіх (без виключення) виготовлених виробів застосовують при індивідуальному і мілкосерійному виробництві, на стадії освоєння нової продукції. Вибірковий контроль якості здійснюють у всіх інших випадках, частіше за все при крупносерійному і масовому виробництві.

Питання для самоконтролю

1. З чого складається управління якістю продукції?
2. Коли і за яких результатів надається оцінка якості?
3. Що таке контроль якості?
4. Які типи вимірювальних шкал і які методи можна використовувати при контролі якості?
5. За якими ознаками класифікуються види контролю?
6. Чим відрізняються безперервний, періодичний і летючий види контролю?

7. Хто може бути виконавцем контролю якості?
8. Назвіть відмінності вхідного, операційного і приймального контролю.
9. В чому різниця рухомого і стаціонарного контролю?
10. Які об'єкти можуть підлягати контролю якості?

Лекція № 16

ПОНЯТТЯ ДЕФЕКТНОСТІ І СУЧАСНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ

Невідповідність показників якості продукції встановленим стандартами вимогам обумовлюють дефекти. Дефекти продукції класифікуються за наступними ознаками:

1) в залежності від причин і процесів, що викликали появу дефекту, дефекти діляться на:

- конструкційні;
- виробничі;
- експлуатаційні.

Конструкційні дефекти з'являються через невідповідність розробленої документації вимогам технічного завдання і правилам розробки і постановки продукції на виробництво. Зазвичай ці дефекти є наслідком недосконалості розробки виробу і помилок при конструюванні. Конструкційні дефекти часто є наслідком недостатньої перевірки якості розробки під час стендових випробувань макетів і дослідних зразків.

Виробничі дефекти з'являються в результаті невідповідності продукції вимогам нормативної і технічної документації на її виробництво. Зазвичай, виробничі дефекти є наслідком недотримання виконавцями вимог, регламентованих нормативних документів (НД) (використання матеріалу невідповідної марки, комплектуючих виробів з дефектами, порушення режиму технологічного процесу, використання несправного обладнання і оснащення).

Поява експлуатаційних дефектів пов'язана з неправильним технічним обслуговуванням і експлуатацією продукції споживачем, а також зносом, корозією й іншими подібними причинами;

2) дефекти можуть бути явними і прихованими.

Под явним дефектом розуміють дефект, для виявлення якого у нормативній документації обов'язковій для даного виду контролю, передбачено відповідні правила, методи і засоби.

Прихованим називається такий дефект, для виявлення якого у нормативній документації, обов'язковій для даного виду контролю, відповідні правила, методи і засоби не передбачено. При цьому приховані дефекти в окремих випадках можуть бути виявлені через їхній взаємозв'язок із виявленими при контролі іншими явними дефектами. Приховані дефекти зазвичай проявляються після надходження продукції споживачеві;

3) в залежності від можливості усунення дефекти класифікуються на:

- ті, що усуваються;
- ті, що не усуваються.

Дефектом, що усувається, називається дефект, усунення якого технічно можливо і економічно доцільно. До дефектів, що не усуваються, належать дефекти, усунення яких технічно неможливо, економічно недоцільно;

4) в залежності від значущості дефекти продукції діляться на:

- критичні;
- значні;
- малозначні.

Критичним називається той дефект, при наявності якого використання продукції за призначенням практично неможливо або неприпустимо.

Значний це такий дефект, який суттєво впливає на використання продукції або її довговічність, але не є критичним.

Під малозначним дефектом розуміють дефект, який суттєво не впливає на використання продукції і її довговічність.

Із поняттям дефект тісно пов'язано поняття «брак», що означає продукцію, передача якої споживачеві неприпустима через наявність у ній дефектів. При цьому, якщо усі дефекти продукції є виправними, брак вважається виправним.

При підсумковій оцінці якості продукції застосовують термін «придатна продукція» і «дефектна продукція». У низці певних випадків при оцінці якості поштучної (однакової) продукції, згрупованої у партії, можуть застосовуватися контрольні нормативи: приймальний рівень дефектності і браковочний рівень дефектності. Ці нормативи встановлюються у НД і використовуються при статистичному (вибірковому) приймальному контролі. При цьому приймальним рівнем є максимальний рівень дефектності (для поодинокі партії) або середній рівень дефектності (для послідовності партій), який вважається задовільним (тим, що задовольняє споживача). Браковочним рівнем дефектності вважається мінімальний рівень дефектності, який з метою приймання продукції розглядається як незадовільний.

Аналіз браку. Реалізація принципу системи технічного контролю за активним впливом на хід технологічного процесу базується на врахуванні й аналізі браку і рекламації з метою формування впливів, що підвищують ефективність виробництва. Наявність дефектів призводить до бракування продукції і, як наслідок, до рекламацій (претензій споживачів), які тягнуть непередбачувані підприємством витрати на доопрацювання вже виробленої продукції. Високий рівень браку і рекламацій призводить до падіння престижу марки підприємства на ринку збуту, зниженню попиту на його продукцію. Економічні втрати зменшують його прибуток. Найскорішій ліквідації браку і рекламацій сприяє їх систематичне врахування і аналіз, які дозволяють отримати об'єктивну інформацію для боротьби із браком, його профілактики у процесі виробництва. Браком на виробництві вважають вироби, вузли, напівфабрикати, деталі, виконані роботи, які за своєю якістю не відповідають стандартам, кресленням або технічним умовам або ж можуть бути використані лише після додаткових витрат на виправлення. Встановлення

причин і винних у появі браку визначається за спеціально розробленим класифікатором:

- ознака браку (невідповідність за складом, властивостями, структурою; порушення форми і розмірів; внутрішні дефекти; дефекти консервації, пакування і зберігання);
- причина браку (документація конструкторська і технологічна; обладнання, оснащення і т.п.);
- винуватець браку (постачальники продукції, розробники документації, підрозділи технічного контролю, відділ постачання, робітник, майстер);
- брак за видами виробництва (прокат, лива, механооброблююче виробництво, виробництво деталей з неметалевих матеріалів);
- той, хто виявляє брак (підрозділи технічного контролю, цех-споживач бракованої продукції);
- брак за характером продукції (продукція експортна; та, що тільки освоюється; серійна; культурно-побутового призначення; індивідуальна).

Регламентовані класифікатором шифри або умовні позначення використовуються у журналах реєстрації браку, рекламаціях, в «Актах про брак». Акт про брак є спеціальним уніфікованим бланком, який передбачає можливість занесення шифрів класифікаторів браку, що поточнюють дані з браку, включаючи його економічні характеристики, місця для письмового заключення відповідальних осіб. Акт про брак – це оперативний документ, і його дані є основою для узагальнення і прийняття заходів із запобігання браку. Характерними причинами браку і рекламацій є:

- наявність помилок у нормативній і конструкторській документації, невідповідність у ній показників і методів перевірок вимогам документації більш високого рівня (стандартам);
- незабезпеченість виробництва необхідною оснасткою й інструментом;
- відсутність необхідного складу і точності контрольно-випробувального обладнання і недостатній рівень забезпечення виробництва, формальність атестації нестандартизованих засобів вимірювань;

- недотримання технологічної дисципліни і недостатній контроль за дотриманням технологічних процесів;
- низький рівень відповідальності здійснення контрольних функцій службою технічного контролю й недостатня кваліфікація робітників цього підрозділу;
- недостатній рівень вхідного контролю сировини, яка поступає, матеріалів, комплектуючих виробів, а також відсутність необхідних для вхідного контролю засобів;
- неритмічність виготовлення продукції, наявність прискорення робіт в кінці звітних періодів, формальність прийомки ВТК;
- несвоєчасне і неповне проведення періодичних, типових, приймальних випробувань, пов'язане із відсутністю випробувальної бази, програм, методик перевірки, неукomплектованість кваліфікованими кадрами;
- незадовільний рівень матеріальної зацікавленості робітників у забезпеченні високої якості продукції.

Сучасні методи управління якістю. Для аналізу зібраних даних на робочій ділянці, наприклад, японських підприємств використовуються спеціально підібрані нескладні для розуміння і застосування статистичні методи так звані «сімь інструментів управління якістю», які можуть використовуватися як окремо, так і у різних комбінаціях:

1) діаграма Парето – стовпчиковий графік, названий іменем італійського економіста В.Парето, який винайшов формулу, що дозволяє наочно представити величину втрат в залежності від різних дефектів. Завдяки візуалізації отриманих даних можна з початку зосередити увагу на усуненні тих дефектів, які призводять до найбільших втрат. Діаграма Парето використовується при аналізі причин, від яких залежить рішення досліджуваних проблем, і дозволяє відокремити основні причини виникнення проблеми від другорядних. За допомогою діаграми Парето можна складати розгалужену схему основних причин зв'язків (діаграму причин), яка дає

можливість цілеспрямовано, із найменшими затримками вирішувати існуючу проблему;

2) діаграма Ісікави – графічно впорядковувачий зв'язок причин і результатів знаходить зараз все більше застосування. Її автор, професор Токійського університету Каору Ісікава, аналізуючи проблеми якості, став узагальнювати дослідження у формі діаграми причин і результатів. Побудова діаграми Ісікави здійснюється розкладанням головних факторів, які визначають підсумковий результат показника, що аналізується, на більш прості фактори. Головне при побудові діаграми полягає у забезпеченні правильної супідрядності і взаємозалежності факторів. Процедура побудови причинно-наслідкової діаграми здійснюється поетапно;

3) гістограма дозволяє оцінити стан якості, використовується для візуалізації загального розкидання параметрів. Гістограма є стовпчиковим графіком, побудованим за даними, отриманими за певний період часу (година, тиждень, місяць), які розбиваються на декілька інтервалів. Число даних, які опиняються у кожному з інтервалів (частота), виражається висотою стовпчика. Гістограма застосовується головним чином для аналізу значень вимірних параметрів, але може використовуватися і для розрахункових значень. Отриману в результаті аналізу гістограми інформацію можна легко застосовувати для побудови і дослідження причинно-наслідкової діаграми, що збільшить обґрунтованість заходів, спрямованих на покращення технологічного процесу;

4) діаграма розсіювання застосовується для дослідження залежності між двома видами даних. Завдяки простоті побудови і наочності гістограми знайшли застосування у різних видах аналізу виробничих процесів: строків отримання заказу (за контрольний норматив береться строк поставки згідно договору); часу реагування групи обслуговування від моменту отримання заявки від клієнта, часу обробки рекламції з моменту її отримання; значень показника якості, таких, як розміри, маса, механічні характеристики, хімічний склад, вихід продукції і т.д. при контролі готової продукції, при приймальному

контролі, при контролі процесу у самих різних сферах діяльності; чистого часу операцій, часу зноса ріжучої поверхні і т.д.; кількості бракованих виробів, числа дефектів, числа поломок. Діаграма розсіяння використовується для виявлення причинно-наслідкових зв'язків показників якості і факторів, що впливають, при аналізі причинно-наслідкової діаграми, яка будується як графік залежності між двома параметрами;

5) контрольний аркуш (таблиця перевірок) дозволяє відповісти на питання: «Як часто відбувається певна подія?». З нього починається перетворення думок і припущень у факти. Контрольні аркуші використовуються для того, щоб показати, як часто вироби або комплектуючі виготовляються неправильно. Побудова контрольного аркуша вміщує певні кроки, що передбачають необхідність: встановити якомога точніше, яка подія буде спостерігатися; домовитися про період, протягом якого будуть збиратися дані (година, день); побудувати форму, яка буде зрозумілою і ясною для заповнення; збирати дані постійно й чесно, нічого не спотворюючи. Зібрані дані повинні бути однорідними. Якщо це не так, то слід з початку згрупувати дані, а потім розглядати їх окремо;

6) тимчасовий ряд (лінійний графік) застосовується, коли необхідно у найпростіший спосіб представити хід зміни даних, за якими спостерігають, за певний період часу. Тимчасовий ряд призначено для наочного представлення даних, він дуже простий у побудові і використанні. Точки наносяться на графік у тому порядку, в якому вони були зібрані. Оскільки вони визначають зміну характеристики у часі, дуже важлива послідовність даних. Небезпека у використанні тимчасового ряду полягає у тенденції вважати важливим будь-яку зміну даних у часі. Тимчасовий ряд, як і інші види графіки, слід використовувати для того, щоб сосередити увагу на дійсно суттєвих змінах у системі;

7) контрольні карти використовуються у вигляді графіків, отриманих під час технологічного процесу для дослідження розкидання параметрів. Графіки відбивають динаміку процесу. Вони використовуються тоді, коли потрібно

встановити, скільки коливань в процесі обумовлюється випадковими змінами і скільки надзвичайними обставинами або окремими діями і визначити, чи піддається процес статистичному регулюванню. Контрольна карта є розглянутим вище тимчасовим рядом, із статично визначеними верхньою і нижньою межами, нанесеними по обидва боки від середньої лінії процесу.

Крім вказаних методів, існують ще два прийоми, які часто використовуються на початковій стадії роботи:

- мозкова атака;
- схема процесу.

Мозкова атака використовується для того, щоб допомогти групі створити велику кількість ідей з будь-якої проблеми у якомога коротший час, вона може здійснюватися двома шляхами:

- впорядковано – кожен член групи подає ідеї у порядку черговості по колу або пропускає свою чергу до наступного разу. Таким чином, можна спонукати до розмови навіть наймовчазних людей, однак тут присутній елемент тиску, який може завадити вмінню правильно сформулювати свою думку;

- неупорядковано – члени групи просто подають ідеї в міру того, як вони приходять на розум. Так створюється більш розкута атмосфера.

В обох методах правила поведінки однакові. Бажано дотримуватися такої лінії поведінки: ніколи не критикувати ідеї; записувати кожен из них; кожен учасник повинен погодитися із порядком денним майбутньої мозкової атаки; час для її проведення – від 5 до 15 хвилин.

Схема процесу (схема послідовності операцій, маршрутна карта) застосовується, коли слід простежити фактичні або ті, що мають на увазі, стадії процесу, які проходять виріб чи послуга, щоб можна було визначити відхилення (використовується для аналізу виконуваних робіт). Схема процесу – це графічне зображення послідовних стадій процесу, дає відмінне уявлення про процес і може бути корисною для розуміння того, як різні стадії процесу співвідносяться одна з одною.

Питання для самоконтролю

1. За якими ознаками класифікуються дефекти?
2. Що вважається браком?
3. Що включає класифікатор браку?
4. Причини браку і рекламаций.
5. Які існують методи управління якістю?
6. Охарактеризуйте будь-який з методів управління якістю.

Лекція № 17

ЯКІСТЬ І ЕЛЕМЕНТИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ

Зростання ступеня насиченості ринку товарами та послугами, посилення конкуренції призвели до появи поняття конкурентоспроможності.

Якість – найважливіший складовий елемент конкурентоспроможності продукції, послуг. Зарубіжні фахівці з управління вважають, що конкурентоспроможність продукції на 70–80 % залежить від її якості.

Якість продукції, послуг є основним чинником досягнення їх конкурентоспроможності. На конкурентоспроможність також впливають інші статистичні і динамічні фактори. До статичних належать ціна продукції і послуг, витрати на їх споживання за нормативний термін служби (застосування) та якість сервісу споживачів продукції та послуг. Структура пріоритетів конкурентоспроможності розподіляється таким чином: під час формування стратегії підвищення конкурентоспроможності, у першу чергу, ресурси варто спрямовувати на підвищення якості, потім – на зниження витрат, підвищення якості сервісу споживачів, удосконалення організації споживання з метою скорочення витрат.

На конкурентоспроможність впливають й динамічні фактори: фактори часу, синергічності, невизначеності зовнішнього середовища, поведінкові й ін.

З погляду ступеня використання сукупності споживчих властивостей продукції та послуг варто розрізняти поняття «споживча вартість», «якість» та

«корисний ефект».

Споживча вартість – здатність продукції, послуги задовольняти визначені потреби.

Якість – потенційна здатність продукції, послуги задовольняти конкретну потребу.

Корисний ефект – дійсна (фактична) здатність продукції, послуги задовольняти конкретну потребу.

З економічної точки зору найбільш важливими є конкурентоспроможність продукції (послуг), підприємства (організації, закладу, фірми), галузі та країни.

Конкурентоспроможність характеризує властивість об'єкта задовольняти певну конкретну потребу порівняно з аналогічними об'єктами певного ринку.

Конкурентоспроможність продукції (послуги) – це сукупність її властивостей, що відображає ступінь задоволення конкретної потреби у порівнянні з репрезентованою на ринку аналогічною продукцією. Вона визначає здатність витримувати конкуренцію на ринку, тобто мати вагомі переваги над продукцією інших товаровиробників. Конкурентоспроможність являє собою потенційну можливість продукції бути успішно реалізованою на ринку. Вона визначається сукупністю властивостей продукції, що входять до складу її якості, умовами реалізації та експлуатації (споживання).

Головними складовими конкурентоспроможності продукції на ринку є:

- технічний рівень та рівень якості продукції, які характеризують ступінь використання останніх науково-технічних досягнень під час розробки конструкції та технології виробництва;

- відповідність продукції вимогам споживачів, які зважають на специфіку ринку, кліматичні умови, в яких використовується продукція, особливі умови, наприклад, прийнята в країні система мір (метрична або дюймова), встановлені норми техніки безпеки й захисту навколишнього середовища, звичаї та звички тощо;

- організація технічного обслуговування, яка гарантує безперебійну

роботу реалізованих машин, обладнання та іншої техніки, забезпечення запасними частинами та необхідною технічною документацією тощо;

- наявність патентної чистоти та патентного захисту продукції, а також зареєстрованого товарного знака;

- терміни поставок та гарантій, ціна та умови, наприклад, надання кредиту, розстрочки, розмір першого та подальшого внесків тощо.

Конкурентоспроможність продукції та послуг на ринку забезпечується їх високим технічним рівнем та якістю виробництва або надання.

Конкурентоспроможність підприємства (організації, закладу) – це його здатність до ефективної господарської діяльності для досягнення конкурентних переваг та забезпечення прибутковості за умов конкурентного ринку.

В теорії конкурентних переваг, розробленої в дослідженнях відомого американського вченого М. Портера, виділяються два основних типи конкурентної переваги підприємства: низькі видатки та диференціація продукції. Низькі видатки відображають спроможність фірми виробляти продукцію з меншими витратами, ніж конкуренти. Диференціація – здатність підприємства забезпечити споживача унікальною та більшою цінністю у вигляді високої якості продукції, продукції ринкової новизни, високої якості післязбутового обслуговування і т.д.

Конкурентна перевага будь-якого типу дозволяє підвищити ефективність діяльності підприємства порівняно із конкурентами. Підприємства з низькими видатками за рівних з конкурентами цін на порівнювальну продукцію мають можливість отримати більший прибуток. Відповідно у підприємств з диференційованою продукцією прибуток з одиниці продукції буде вищим, оскільки диференціація дозволяє підприємству встановлювати високі ціни, що при рівних з конкурентами витратах дає більший прибуток.

Ринкові відносини диктують підприємству чіткі орієнтири у конкурентній боротьбі: максимальне задоволення вимог споживача та ефективність виробничо-економічної діяльності. Реалізація останніх полягає у пошуку та використанні конкурентних переваг підприємства, що забезпечують

досягнення міцних конкурентних позицій на ринку.

Конкурентоспроможність підприємства визначається впливом комплексу факторів зовнішнього та внутрішнього середовища його життєдіяльності.

До факторів зовнішнього середовища належать:

- конкурентоспроможність галузі;
- конкурентоспроможність регіону (території);
- конкурентоспроможність країни, у якій функціонує підприємство;
- організація вхідних матеріальних, фінансових та інформаційних потоків підприємства;
- фактори, що визначають конкурентний ринок (стан та структура ринку, ємність ринку, вимоги споживачів до продукції, умови пропозиції продукції на ринку, рівень розвитку конкуренції).

До факторів внутрішнього середовища належать складові елементи економічного потенціалу підприємства, який визначається сукупністю ресурсів підприємства та ефективністю їх використання.

Можливості безпосереднього впливу підприємства на фактори зовнішнього середовища досить обмежені, оскільки вони переважно діють об'єктивно стосовно підприємства. Реальні можливості забезпечення конкурентоспроможності підприємства знаходяться у сфері факторів внутрішнього середовища. Однак впливати на ці фактори можливо з різним ступенем ефективності. Так, як правило, значних капіталовкладень та тривалого терміну окупності потребують інноваційні зміни техніко-технологічних умов роботи. При цьому за існуючого у світі високого рівня розвитку науково-технічного прогресу виробничий потенціал підприємств, який складає значну частину економічного потенціалу, практично визначається сучасними технологіями, що використовуються у виробництві.

Технології, що застосовуються на підприємстві, формують вимоги до кількісного та якісного складу основних виробничих фондів, системи комунікацій, складу та кваліфікації промислово-виробничого персоналу, природних ресурсів, що використовуються (вода, паливо, електроенергія та ін.), системи обробки інформації. У свою чергу вищезазначені вимоги визначають

виробничу потужність підприємства, кількість та якість оборотних коштів, необхідних для реалізації виробничого процесу.

Для забезпечення конкурентоспроможності підприємства за усієї важливості створення сучасних техніко-технологічних умов виробництва необхідно також приділяти увагу формуванню адекватної даним умовам системи менеджменту на підприємстві.

Конкурентоспроможність підприємства на товарному ринку відбивається через його імідж, тобто уявлення споживачів про підприємство, заснованого на його діловій репутації як виробника та постачальника. Відповідно імідж підприємства впливає на конкурентоспроможність продукції в процесі її реалізації.

На відміну від категорій конкурентоспроможності продукції, підприємства, що належать до сфери мікроекономіки, конкурентоспроможність галузі, регіону (території) має мезоекономічний характер, а конкурентоспроможність країни (національна конкурентоспроможність) – макроекономічний характер.

Конкурентоспроможність галузі – ступінь її готовності до конкурентної боротьби на внутрішньому та зовнішньому ринках країни. Конкурентоспроможність галузі поряд із традиційними показниками ефективності характеризується ступенем її динамічності та життєздатності за різних варіантів прогнозу економічного розвитку країни та світової економіки.

Конкурентоспроможність регіону (території) визначається спроможністю регіону створювати умови для довготривалого економічного зростання підприємств та ефективного використання ресурсів з метою забезпечення якості життя населення.

Конкурентоспроможність країни може розглядатися з позицій зовнішнього та внутрішнього ринків. Розрізняють глобальну конкурентоспроможність країни на світових ринках або міжнародну конкурентоспроможність та конкурентоспроможність країни на національному ринку – національну.

Міжнародна конкурентоспроможність країни характеризує здатність

країни в умовах відкритості та конкуренції забезпечити порівняно високу результативність своєї економічної системи, яка відбивається на досягненнях високих та стабільних темпів зростання доходів населення, ефективності та продуктивності, а також розширенні світогосподарських позицій.

Історично концепція міжнародної конкурентоспроможності заснована на теорії використання у міжнародному розподілі праці порівняльних переваг національних економік, серед яких можна назвати багаті природні ресурси, сприятливі географічні, кліматичні, інфраструктурні фактори, дешева робоча сила.

Володіючи визначеними порівняльними перевагами, країна має можливість експорту своєї продукції у ті країни, де таких переваг немає, та імпорту продукції з тих країн, що володіють певними перевагами порівняно з національною економікою країни-імпортера (наприклад, торгівля сировинними ресурсами).

Порівняльні переваги найчастіше досить об'єктивні, існують первісно й тому статичні, здебільшого не відтворюються (запаси корисних копалин). Однак із розвитком індустріального суспільства в країнах із розвиненою ринковою економікою поступово формуються конкурентні переваги, засновані на науково-технічних досягненнях. Найбільш сталими серед них є конкурентні переваги, пов'язані з інноваціями. Відповідно інтеграція порівняльних та конкурентних переваг в одній країні посилює її конкурентоспроможність у глобальному економічному просторі.

Національна конкурентоспроможність визначається здатністю країни використовувати свої конкурентні переваги та створювати умови для довготривалого зростання економіки та ефективного використання ресурсів з метою забезпечення якості життя населення.

Розрізняють предметну та функціональну форми конкуренції. **Предметна форма конкуренції** передбачає конкурентну боротьбу між товарами-аналогами, що призначені для задоволення однієї потреби, але різняться за ціною та рівнем якості. В основі цієї форми лежить явище диференціації продукції. Зокрема, підприємства-виробники намагаються кожний предмет

споживання поставити на ринок у різних варіантах виконання, виходячи із смаків, потреб та фінансових можливостей споживачів. Слід зазначити, що диференціація охоплює не тільки продукцію споживчого призначення, але й засоби виробництва, що досягається поглибленням спеціалізації, підвищенням частки дрібносерійного виробництва.

Зв'язок між предметною формою конкуренції та конкурентоспроможністю продукції має очевидний характер. Виходячи на конкурентний ринок зі своєю продукцією, виробник (постачальник) передбачає наявність на ринку товарів-аналогів та відповідно враховує це в процесі забезпечення конкурентоспроможності своєї продукції.

Взаємозв'язок функціональної форми конкуренції та конкурентоспроможності продукції має дещо прихований характер. Під час **функціональної форми конкуренції** у конкурентну боротьбу вступає продукція різних галузей, яка задовольняє різні потреби. У даному випадку мова йде про взаємозамінну продукцію, яка може бути функціонально однорідною, тобто призначена для виконання певних робіт або отримання визначеного споживчого ефекту, або функціонально різнорідною, яка призначена для виконання різних робіт або отримання різних споживчих ефектів, але здатною замінювати одна одну в окремих сферах застосування. Крім того, за умови зниження платоспроможного попиту споживачів та високих цін конкуренція може виникнути серед функціонально різнорідної продукції, яка не може бути взаємозамінною, що пов'язане з небажанням споживача максимізувати корисність за обмеженого доходу. Останній різновид функціональної форми конкуренції спостерігається на українському ринку товарів і послуг.

Таким чином, виходячи на ринок, виробник (постачальник) передбачає, що його продукція конкуруватиме не тільки з товарами-аналогами, але й з функціонально однорідною та функціонально різнорідною продукцією.

Виходячи з того, що конкурентоспроможність продукції визначається її здатністю витримувати конкуренцію, складові елементи конкурентоспроможності безпосередньо впливають з методів конкуренції:

цінових або нецінових.

Цінова конкуренція передбачає реалізацію продукції за нижчими цінами, ніж у конкурентів. Цінова конкуренція має багатоцільове призначення:

- низька ціна може бути інструментом виходу на нові ринки;
- низька ціна використовується підприємством як бар'єр проти виходу на ринок конкурентів;
- часто підприємства знижують ціни у відповідь на дії конкурентів.

Отже, цінова конкуренція спрямована на підвищення конкурентоспроможності продукції на ринку, тобто виступає складовим елементом конкурентоспроможності продукції. При цьому, слід зазначити, що споживача цікавлять повні витрати на придбання та експлуатацію (споживання) продукції.

Нецінова конкуренція базується на відмінних особливостях продукції порівняно з продукцією конкурентів. Ці відмінні особливості можуть бути безпосередньо пов'язані:

- з якістю самої продукції;
- з умовами пропозиції продукції на ринку (конкурентоспроможністю пропозиції);
- з підприємством-виробником (постачальником) даної продукції (конкурентоспроможністю підприємства);
- з конкурентними перевагами галузі (конкурентоспроможністю галузі);
- з конкурентними перевагами регіону, території (конкурентоспроможністю регіону, території) і навіть із країною, у якій виготовлена дана продукція (конкурентоспроможністю країни).



Рисунок 17.1 – Схема системоутворюючих факторів та складових елементів конкурентоспроможності продукції та послуг

На рисунку 17.1 наведено схему, яка характеризує системоутворюючі фактори та складові елементи конкурентоспроможності продукції та послуг. Розглядаючи якість продукції та послуг як складовий елемент її конкурентоспроможності, необхідно брати до уваги ті властивості продукції та рівень параметрів, що їх визначає, які викликають зацікавленість у споживача та забезпечують задоволеність його потреб.

В умовах конкуренції якість продукції та послуг потрібно досліджувати, насамперед, з точки зору забезпечення конкурентоспроможності продукції, послуг, і тому виробника (постачальника) мають цікавити ті її властивості та рівень параметрів, що їх визначає, які викликають зацікавленість у споживача та забезпечують задоволеність його потреб.

Питання для самоконтролю

1. Головні складові конкурентоспроможності.
2. Надайте визначення конкурентоспроможності продукції (послуги).
3. Розкрийте сутність двох основних типів конкурентної переваги підприємства.
4. Поясніть різницю між предметною і функціональною формами конкуренції.
5. Що включає ціновий метод конкуренції?
6. З якими видами конкурентоспроможності пов'язані відмінні особливості, на яких базуються нецінові методи конкуренції?

Лекція № 18

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ І НОМЕНКЛАТУРА ПАРАМЕТРІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ЇЇ ОЦІНЦІ

У теперішній час якість має на меті орієнтацію на споживача, який є арбітром продукції. У зв'язку із чим якість повинна відповідати потребам споживача і його очікуванням. Споживач купує продукцію для того, щоб задовольнити свої специфічні потреби, вирішити свої проблеми. Перед тим як купити продукцію, споживач робить глобальне оцінювання, базуючись на наступних складових:

- цінність, яку призначає споживач продукції, виходячи з її здатності задовольнити свої потреби і вирішити його проблеми;
- вартість, яку повинен заплатити споживач, купуючи і використовуючи продукцію.

Споживач порівнює альтернативні пропозиції, вимірюючи в кожній з них співвідношення цінності до вартості – еквівалент його задоволеності, і отже, компанії, що конкурують на ринку, повинні працювати над тим, щоб збільшити це співвідношення. Якість продукції для споживача означає ступінь виконання,

ступінь ефективності функціонування, і ціна такої продукції зростає пропорційно із покращенням її характеристик.

Результати діяльності підприємства і його становище на ринку залежить, з точки зору конкурентоспроможності, від двох фундаментальних складових:

- якість мети – аналіз і розуміння потреби споживача, визначення цілей якості як максимальної цінності для споживача;

- якість виконання – зниження дефектності продукції.

Якість виконання є важливим компонентом якості, але тільки якості виконання недостатньо для гарантії успіху компанії. Якість мети характеризує нову складову якості, яка є цінністю як головний конкурентоспроможний фактор.

Аналіз конкурентоспроможності товару. Товар – головний об’єкт на ринку. Він має вартість і споживацьку вартість (або цінність), наділений певною якістю, технічним рівнем і надійністю, яка задається споживачами, корисністю, показниками ефективності у виробництві і споживанні, іншими вельми важливими характеристиками. Саме у товарі відбиваються всі особливості і протиріччя розвитку ринкових відношень в економіці. Товар – точний індикатор економічної сили і активності виробника. Дієвість факторів, що визначають позиції виробника, перевіряються в процесі конкурентного суперництва товарів в умовах розвинутого ринкового механізму, які дозволяють виявити відмінність даного товару від товару-конкурента як за ступенем відповідності конкретній громадській потребі, так і за витратами на її задоволення. Для цього товар повинен мати певну конкурентоспроможність.

Конкурентоспроможність товару – це такий рівень його економічних, технічних і експлуатаційних параметрів, який дозволяє витримувати суперництво (конкуренцію) з іншими аналогічними товарами на ринку. Крім того, конкурентоспроможність – порівняльна характеристика товару, яка включає комплексну оцінку всієї сукупності виробничих, комерційних, організаційних і економічних показників відносно виявлених вимог ринку або

властивостей іншого товару. Вона визначається сукупністю споживацьких властивостей даного товару-конкурента за ступенем відповідності громадським вимогам з урахуванням витрат на їх задоволення, цін, умов поставки і експлуатації в процесі продуктивного і/або особистого споживання.

Проблема якості і конкурентоспроможності продукції має у сучасному світі універсальний характер. Від того, наскільки успішно вона вирішується, залежить багато чого в економічному і соціальному житті будь-якої країни, практично будь-якого споживача.

Конкурентоспроможність – концентрований вираз усієї сукупності можливостей країни, будь-якого виробника створювати, випускати і збувати товари і послуги. Фактор конкуренції носить примусовий характер, змушуючи виробника під загрозою витискання з ринку безперервно займатися системою якості і в цілому конкурентоспроможністю своїх товарів, а ринок об’єктивно і суворо оцінює результати цієї діяльності. Зазвичай під конкурентоспроможністю товару розуміють деяку відносну інтегральну характеристику, що відтворює його відмінності від товару-конкурента і яка, відповідно, визначає його привабливість в очах споживача. Конкурентоспроможність визначається сукупністю властивостей цієї продукції, які входять до складу її якості і важливих для споживача, що визначають витрати споживача з придбання, споживання (експлуатації) і утилізації продукції. Загальну схему оцінки конкурентоспроможності представлено на рисунку 18.1.

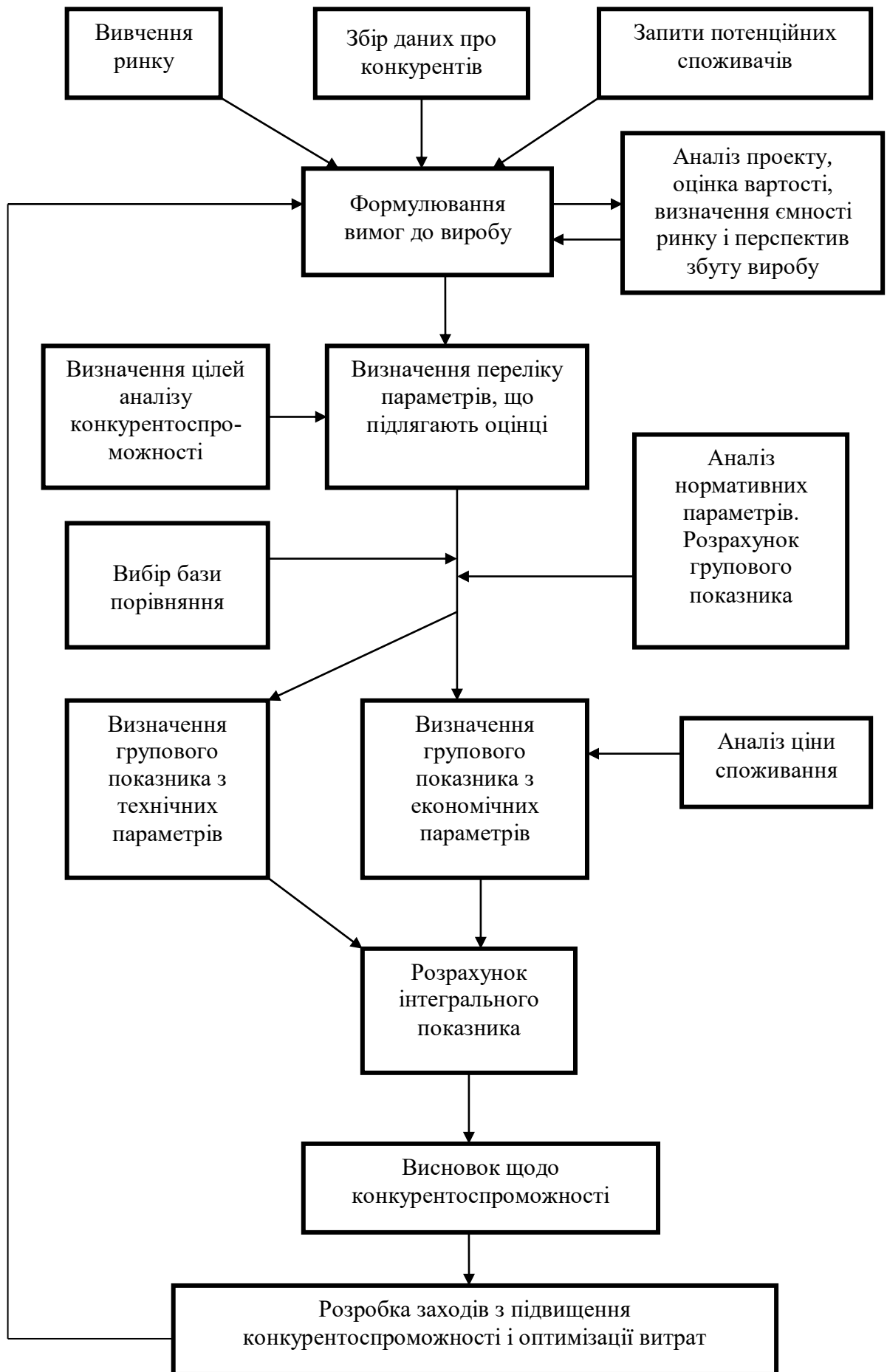


Рисунок 18.1 – Загальна схема конкурентоспроможності

Вибір номенклатури параметрів, які використовуються при оцінці конкурентоспроможності. Оцінка конкурентоспроможності базується на порівнянні характеристик продукції, що аналізується, із конкретною потребою і виявленні їхньої відповідності одне одному. Задля об'єктивної оцінки необхідно використовувати ті ж критерії, якими оперує споживач, обираючи товар на ринку. Отже, повинно бути вирішено задачу визначення номенклатури параметрів, що підлягають аналізу, і є істотними з точки зору споживача.

Номенклатура параметрів, які використовуються при оцінці конкурентоспроможності, включає дві узагальнюючі групи:

- параметри якості (технічні);
- економічні параметри.

До групи технічних належать параметри потреби, які характеризують зміст цієї потреби і умови її задоволення. До них належать:

- параметри призначення;
- ергономічні параметри;
- естетичні параметри;
- нормативні параметри.

Параметри призначення характеризують галузі застосування продукції і функції, які вона призначена виконувати. За ними можна судити про зміст корисного ефекту, що досягається за допомогою застосування данної продукції у конкретних умовах споживання.

Параметри призначення поділяються на:

- на класифікаційні параметри, що характеризують приналежність продукції до певного класу і які використовуються при оцінці тільки на етапі вибору галузі застосування продукції і товарів-конкурентів, вони не є базою для наступного аналізу і у подальших розрахунках участі не беруть (наприклад, пасажиромісткість, швидкість обертання);
- параметри технічної ефективності, що характеризують прогресивність технічних рішень, які використовуються при розробці й виготовленні продукції (наприклад, продуктивність верстата, точність і швидкість спрацювання

вимірювальних приладів, об'єм пам'яті для ЕОМ), вони можуть бути і одночасно і класифікаційними;

– конструктивні параметри, які характеризують основні проектно-конструкторські рішення, що використовувалися при розробці і виробництві виробу (склад виробу, його структура, розміри, вага), окремі параметри також можуть служити цілями класифікації;

Ергономічні параметри, які характеризують продукцію з точки зору її відповідності властивостям організму людини при виконанні трудових операцій або споживанні (гігієнічні, антропометричні, фізіологічні, властивості людини, що проявляються у виробничих і побутових процесах).

Естетичні параметри, які характеризують інформаційну виразність (раціональність форми, цілісність композиції, досконалість виробничого виконання продукції і стабільність товарного виду), вони моделюють зовнішнє сприйняття продукції і відбивають саме такі її зовнішні властивості, які є найважливішими для споживача, вони ранжуються за ступенем значущості для конкретного виду продукції;

Нормативні параметри, які характеризують властивості продукції, що регламентуються обов'язковими нормами, стандартами і законодавством на ринку, де цю продукцію передбачається збувати (параметри патентної чистоти, що характеризують ступінь втілення у продукції технічних рішень і не опиняються під дією патентів, які видано у країнах передбачуваного збуту, екологічні параметри, параметри безпеки, за якими для даного ринку встановлено обов'язкові чинні вимоги міжнародних, національних стандартів, технічних регламентів, норм законодавства).

До групи економічних параметрів належать повні витрати споживача (ціна споживання) з придбання і споживання продукції, а також умов її придбання і використання на конкретному ринку.

Повні витрати споживача у загальному випадку вміщують одноразові і поточні витрати. Одноразові витрати – це витрати з придбання продукції (ціна продукції), транспортування, митні збори і витрати на наладку, пробний пуск,

якщо їх не включено до ціни продукції. Іноді це витрати на споруди, необхідність у яких зумовлена вимогами експлуатації або споживання продукції.

Витрати на транспортування складаються з витрат на навантаження і розвантаження, доставку, страхування у дорозі, розконсервацію, зберігання, обслуговування продукції при доставці. Витрати на придбання продукції визначаються ціною, що фактично сплачується покупцем у відповідності із договором купівлі-продажу або іншими договірними документами. При співставленні цін на оцінювану продукцію і виробники-конкуренти враховуються відмінності у комерційних умовах відповідних угод.

Поточні витрати включають:

- витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, які визначаються нормами і місцевими тарифами у конкретних умовах використання (експлуатації) продукції;
- витрати на паливо і енергію, які включають їхню вартість згідно нормам і цінам, діючим на конкретному ринку, а також додаткові витрати, пов'язані із доставкою, завантаженням і розвантаженням палива;
- витрати на сировину, основні і допоміжні матеріали, які споживаються при використанні продукції, що визначаються згідно нормам їх витрати для експлуатації або споживання оцінюваної продукції і цінам конкретного ринку;
- витрати на ремонт, запасні частини і інші статті витрат для конкретного покупця, які визначаються виходячи з умов експлуатації (споживання) продукції у цього покупця, а також нормами, ставками і цінами на послуги на конкретному ринку (у випадку відсутності конкретної інформації для конкретного покупця, вказані витрати визначають з використанням даних, середніх для галузі або країни, до яких належить споживач продукції).

Остаточне рішення з вибору номенклатури параметрів, що викорстовується при оцінці конкурентоспроможності продукції приймається експертною комісією з урахуванням конкретних умов використання цієї

продукції і цілей оцінки. Схему параметрів конкурентоспроможності показано на рисунку 18.2.

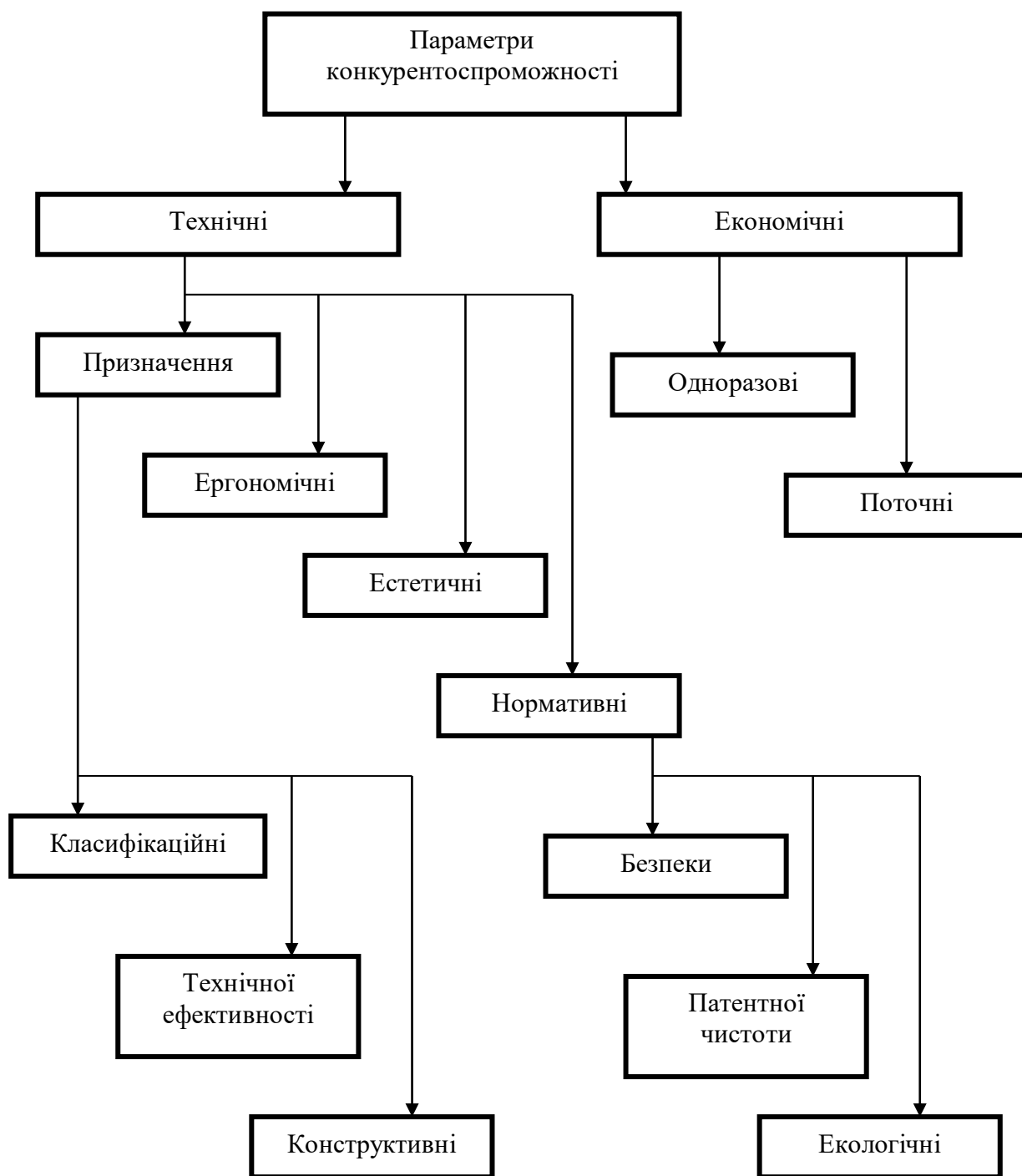


Рисунок 18.2 – Показники конкурентоспроможності

Інструментом, що дозволяє оцінити положення продукту фірми на ринку відносно конкурентних товарів, є побудова багатокутника конкурентоспроможності. Багатокутник складається з векторів (рис. 18.3),

кількість яких визначається числом значущих характеристик продукту, які визначаються експертним шляхом. На кожний вектор наноситься шкала, яка відповідає одиницям вимірювання, притаманним конкретній властивості продукту. Експертна оцінка якісних параметрів дозволяє також знайти їх кількісне вираження.

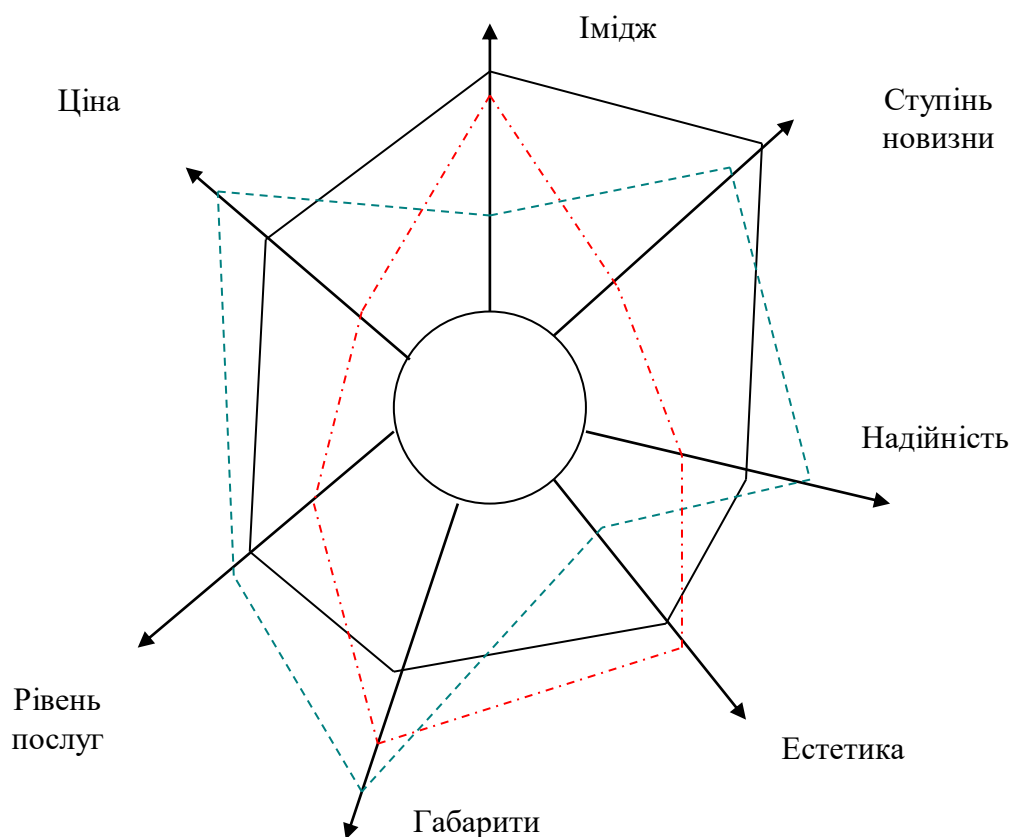


Рисунок 18.3 – Багатокутники конкурентоспроможності товарів різних фірм

Багатокутники конкурентоспроможності дозволяють оцінити сильні і слабкі сторони товарів компанії, які заявляються на той чи інший ринок у порівнянні з аналогічними товарами конкурентів; за результатами якісно-кількісної оцінки характеристик товарів розробляється план конкретних заходів з підвищення конкурентоспроможності продукції.

Оцінка конкурентоспроможності здійснюється шляхом співставлення параметрів продукції, що аналізується, з параметрами бази порівняння. Порівняння здійснюється за групами технічних і економічних параметрів. При оцінці використовуються диференційний і комплексний методи оцінки.

Питання для самоконтролю

1. Яке співвідношення оцінює споживач, порівнюючи альтернативні пропозиції на ринку?
2. Наведіть відмінність якості виконання від якості мети, як фундаментальних складових конкурентоспроможності підприємства.
3. Охарактеризуйте конкурентоспроможність товару.
4. Назвіть дві групи параметрів, які використовуються при оцінці конкурентоспроможності.
5. Що включають нормативні параметри, які використовуються при оцінці конкурентоспроможності?
6. Що таке одноразові витрати, які входять до групи економічних параметрів конкурентоспроможності?
7. Що включають поточні витрати, які входять до групи економічних параметрів конкурентоспроможності?
8. Для чого використовують багатокутники конкурентоспроможності?
9. Які методи використовуються при оцінці конкурентоспроможності продукції?

Лекція № 19

МЕТОДИ ОЦІНКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ

Диференціальний метод оцінки конкурентоспроможності базується на використанні одиничних параметрів продукції, що аналізується, і бази порівняння при їх співставленні. Результат оцінки:

- чи досягнуто рівень в цілому;
- за якими параметрами його не досягнуто;
- які з параметрів найбільш сильно відрізняються від базових.

За базу оцінки приймається зразок, розрахунок одиничного показника конкурентоспроможності здійснюється аналогічно розрахунку відносного показника якості за формулою:

$$q_i = P_i / P_{i\bar{баз}} \text{ або} \quad (19.1)$$

$$q_i = P_{i\bar{баз}} / P_i, \quad (19.2)$$

де q_i – одиничний (відносний) показник конкурентоспроможності за i -м технічним параметром;

P_i – де значення i -го показника оцінюваного виробу;

$P_{i\bar{баз}}$ – значення i -го базового показника.

Аналіз результатів оцінки:

– з формул (19.1) і (19.2) вибирають ту, в якій зростанню одиничного показника відповідає підвищення конкурентоспроможності (наприклад, для оцінки продуктивності – формула (19.1), а для питомої витрати палива – формула (19.2));

– якщо технічні параметри продукції не мають фізичної міри (наприклад: комфортність, зовнішній вигляд, відповідність моді), для придання цим параметрам кількісних характеристик необхідно використовувати експертні методи оцінки у балах.

Диференціальний метод дозволяє лише констатувати факт конкурентоспроможності продукції, що аналізується, або наявності у неї недоліків у порівняння із товаром-аналогом. Він може застосовуватися на усіх етапах життєвого циклу продукції, особливо при її порівнянні із гіпотетичним зразком. Він не враховує впливу на перевагу споживача при виборі товару, вагомості кожного параметру.

Комплексний метод оцінки конкурентоспроможності. Комплексний метод оцінки конкурентоспроможності базується на застосуванні комплексних (групових, узагальнених й інтегральних) показників або співставленні питомих корисних ефектів продукції, що аналізується, і зразка.

Розрахунок групового параметра за нормативним параметрами здійснюється за формулою:

$$I_{\text{нп}} = \prod_{i=1}^n q_{\text{ні}} \quad (19.3)$$

де $I_{гг}$ – груповий показник конкурентоспроможності за нормативними параметрами;

q_{hi} – одиничний показник конкурентоспроможності за i -м нормативним параметром за формулою (19.1);

n – число нормативних параметрів, що підпадають під оцінювання.

Аналіз результатів:

– при оцінюванні за нормативними параметрами одиничний показник може мати тільки два значення – 1 або 0 (якщо продукція, що аналізується відповідає обов'язковим нормам стандартів, показник дорівнює 1, якщо параметр продукції у норми стандартів не вкладається, показник дорівнює 0);

– якщо продукція, що аналізується має параметр, значення якого перевищує потреби покупця, які обумовлені характером використання (експлуатації) цієї продукції, соціальними умовами, традиціями, фізіологічними особливостями, вказане перевищення не буде оцінюватися споживачем як перевага, і одиничний показник за даним параметром не може мати значення більше 1, а при розрахунках повинна використовуватися мінімальна з двох величин – 1 або фактичне значення цього показника;

– якщо хоча б один з одиничних показників дорівнює 0, тобто продукція за яким-небудь параметром не відповідає обов'язковій нормі, груповий показник також дорівнює 0, що свідчить про неконкурентоспроможність даного товару на тому ринку, який розглядається.

Розрахунок групового показника за технічними параметрами. Цей розрахунок (крім нормативних параметрів) здійснюється за формулою:

$$I_{гг} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot g_i, \quad (19.4)$$

де $I_{гг}$ – груповий показник конкурентоспроможності за технічними параметрами;

q_i – одиничний показник конкурентоспроможності за i -м технічним параметром, розраховується за формулами (18.1) і (18.2);

g_i – вагомість i -го параметра у загальному наборі з n технічних параметрів, які характеризують потребу;

n – кількість параметрів, що беруть участь в оцінюванні.

Аналіз результатів:

– отриманий груповий показник I_{TP} характеризує ступінь відповідності даного товару існуючій потребі за усім набором технічних параметрів, чим він вищий, тим у цілому повніше задовольняються запити споживачів;

– основою для визначення вагомості кожного технічного параметра у загальному наборі є експертні оцінки, що базуються на результатах ринкових досліджень, опитувань споживачів, семінарів, виставок зразків;

– у випадку труднощів, що виникають під час проведення ринкових досліджень, а також з метою спрощення розрахунків і проведення орієнтовних оцінювань за технічними параметрами може бути обрана найбільш вагома група або застосовано комплексний параметр – корисний ефект, який у подальшому бере участь у порівнянні (для підвищення точності оцінювання необхідно врахувати вплив на його величину ергономічних, естетичних й екологічних параметрів).

Розрахунок групового показника за економічними параметрами.

Розрахунок здійснюється на базі визначення повних витрат споживача на придбання і споживання (експлуатацію) продукції. Повні витрати споживача визначають за формулою:

$$Z = Z_e + \sum_{i=1}^T C_i, \quad (19.5)$$

де Z – повні витрати споживача на придбання і споживання (експлуатацію) продукції;

Z_e – одночасні витрати на придбання продукції;

C_i – середні сумарні витрати на експлуатацію продукції, що стосуються i -го року її служби;

T – строк служби;

i – рік за порядком. При цьому:

$$C_i = \sum_{j=1}^n C_j, \quad (19.6)$$

де C_j – експлуатаційні витрати за j -ою статтею;

n – кількість статей експлуатаційних витрат.

Розрахунок групового показника за економічними параметрами здійснюється за формулою:

$$I_{EP} = \frac{3}{3_o}, \quad (19.7)$$

де I_{EP} – груповий показник за економічними параметрами;

$3, 3_o$ – повні витрати споживача відвідо за оцінюваною продукцією і зразком.

Формулы (19.5) і (19.7) не враховують коефіцієнта приведення експлуатаційних витрат до розрахункового року, оскільки відношення повних витрат певною мірою компенсує вплив коефіцієнта приведення на величину I_{EP} .

За необхідності врахування коефіцієнта приведення експлуатаційних витрат формули (19.5) і (19.7) приймають вигляд:

$$I_{EP} = 3_e + \sum_{i=1}^T C_i \cdot \alpha_i, \quad (19.8)$$

і відповідно підрахунок групового показника за економічними параметрами здійснюється за формулою:

$$I_{EP} = \frac{3_e + \sum_{i=1}^T C_i \cdot \alpha_i}{3_{oe} + \sum_{i=1}^T C_{oi}}, \quad (19.9)$$

де I_{EP} – груповий показник за економічними параметрами;

$3_e, 3_{oe}$ – одночасні витрати на придбання відповідно продукції, що аналізується, і зразка;

C_i, C_{oi} – сумарні витрати на експлуатацію або споживання відповідно продукції, що аналізується, і зразка;

T – строк служби товару;

α_i – коефіцієнт приведення експлуатаційних витрат до розрахункового року.

Величина строку служби для виробів промислового призначення вважається рівним амортизаційному періоду. Для продукції споживацького призначення оцінка строку служби повинна проводитися на основі відомостей про фактичні строки служби аналогічних виробів, а також швидкості морального старіння товарів даного класу.

Розрахунок інтегрального показника конкурентоспроможності.

Розрахунок здійснюється за формулою:

$$K = I_{\text{нп}} \cdot \frac{I_{\text{тп}}}{I_{\text{еп}}}, \quad (19.10)$$

Де K – інтегральний показник конкурентоспроможності продукції, що аналізується, по відношенню до виробу-зразку.

Аналіз результатів:

– за змістом показник K відтворює різницю між порівнюваною продукцією у споживчому ефекті, який припадає на одиницю витрат покупця з придбання і споживання виробу;

– якщо $1 < K$, товар, що розглядається, поступається зразку за конкурентоспроможністю; при $1 > K$ перевищує зразок; при рівній конкурентоспроможності $1 = K$.

Розрахунок інтегрального показника конкурентоспроможності продукції за обраною групою аналогів. Якщо аналіз здійснюється за кількома зразками, інтегральний показник конкурентоспроможності розраховується як сума середньозважених показників за кожним окремим зразком:

$$K_{\text{ГР}} = \sum_{i=1}^N K_i \cdot R_i, \quad (19.11)$$

де $K_{\text{ГР}}$ – інтегральний показник конкурентоспроможності продукції відносно групи зразків;

K_i – показник конкурентоспроможності відносно i -го зразка;

R_i – вагомість i -го зразка у групі аналогів;

N – кількість аналогів.

Змішаний метод оцінки конкурентоспроможності. Цей метод є поєднанням диференційного і комплексного методів. При змішаному методі оцінки конкурентоспроможності використовується частина параметрів, розрахованих диференціальним методом, і частина параметрів, розрахованих комплексним методом.

Питання для самоконтролю

1. На розрахунок яких показників базується комплексний метод оцінки конкурентоспроможності?
2. Для яких показників застосовується формула $q_i = P_i / P_{i\text{баз}}$ а для яких $q_i = P_{i\text{баз}} / P_i$ при диференційному методі оцінки конкурентоспроможності?
3. За якою формулою розраховується груповий показник за технічними параметрами?
4. Який висновок впливає з розрахунку інтегрального показника конкурентоспроможності?
5. Як розраховується інтегральний показник конкурентоспроможності за декількома зразками продукції?
6. У чому сутність змішаного методу оцінки конкурентоспроможності?

Лекція № 20

КВАЛІМЕТРІЯ І ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС. ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ КВАЛІМЕТРІЇ

Технічний прогрес є однією з основних ознак розвитку цивілізації. Кваліметрія дає нам дієвий інструмент опису і оцінки технічного прогресу. Наприклад, для оцінки технічного прогресу в загальнодержавному масштабі зручно користуватися показником продуктивності праці B :

$$B = K\sqrt{\Phi U} \quad (20.1)$$

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 B , за формулою (20.1) можна знайти коефіцієнт U , який характеризує всі основні показники технічного прогресу загальнодержавного рівня.

На нижчому рівні: у галузі, на окремому підприємстві зручно користуватися добутком коефіцієнта якості продукції D і її кількості K_o : $D \cdot K_o$. Оскільки в загальному випадку кількість продукції не еквівалентна її якості, то коректнішим буде вираз:

$$D^U \cdot K_o^V, \quad (20.2)$$

де $0 \leq U \leq 1$ при $D \geq 1$; $1 < U$ при $0 \leq D < 1$; $0 \leq K_o \leq 1$ при $V \geq 0$.

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

Цікавим є те, що вираз (20.2) відповідає споживчій вартості CB у відносних одиницях:

$$CB = D^U \cdot K_o^V. \quad (20.3)$$

Для оцінки показника роботи певного підприємства може використовуватися співвідношення між споживчою вартістю його продукції CB і сумарними витратами C_Σ :

$$\frac{CB}{C_\Sigma} = \frac{D^U \cdot K_o^V}{C_\Sigma}. \quad (20.4)$$

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 зростання інтегральної якості ΔK_{Σ} :

$$\Delta K_{\Sigma} = K_{\Sigma 2} - K_{\Sigma 1} \quad (20.5)$$

або відносне зростання:

$$Y_{\text{темп}} = \frac{\Delta K_{\Sigma}}{K_{\Sigma 1}} \cdot 100\% \quad (20.6)$$

У даному випадку величина $Y_{\text{темп}}$ є мірою темпу технічного прогресу. Для об'єктивності показник $Y_{\text{темп}}$ слід прирівнювати до якогось еталону $Y_{\text{темп}}^{\text{баз}}$, наприклад, показника технічного прогресу найрозвинутіших країн.

Тут знову доцільно скористатися відносним показником:

$$\Delta Y_{\text{темп}}^{\text{баз}} = \frac{Y_{\text{темп}}}{Y_{\text{темп}}^{\text{баз}}} \quad (20.7)$$

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 витрати на її виготовлення і її споживчу вартість. Запропоновано достатньо оптимальну формулу для розрахунку часу морального зношування T_m :

$$T_m = 0,5t_{np} + t_n + t_{od} + t_e, \quad (20.8)$$

де t_{np} – час повної розробки проекту чи технічної документації продукції;

t_n – час між закінченням розробки технічної документації і початком виготовлення продукції;

t_{od} – час на виготовлення одного виробу;

t_e – загальний експлуатаційний термін продукції.

У цій формулі коефіцієнт 0,5 для ряду видів продукції повинен дещо змінюватися, та й сама формула не може бути застосованою для всіх видів продукції.

Якщо враховувати матеріальні витрати 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:

$$\begin{cases} CB^i \leq \overline{CB}^i \\ C_\Sigma^i \geq \overline{C_\Sigma}^i \end{cases} . \quad (20.9)$$

Якщо ж виконуються спірні співвідношення типу:

$$\begin{cases} CB^i < \overline{CB}^i \\ C_\Sigma^i < \overline{C_\Sigma}^i \end{cases} \text{ або } \begin{cases} CB^i > \overline{CB}^i \\ C_\Sigma^i > \overline{C_\Sigma}^i \end{cases} , \quad (20.10)$$

то зручно запровадити параметри:

$$\frac{CB^i}{\overline{CB}^i} = a \quad \text{і} \quad \frac{C_\Sigma^i}{\overline{C_\Sigma}^i} = b \quad (20.11)$$

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

$$K_\Sigma^i > \overline{K_\Sigma}^i \quad (20.12)$$

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 відтворювати економічну ефективність використання продукції, зручність її використання та інші фактори.

Зв'язок кваліметрії з іншими науками. Кваліметрія – міжгалузева наукова дисципліна, 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 витратами на цей захід. При цьому важливо, щоб 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 природньо, що критерії 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 тісним, оскільки всі об'єкти мають певну якість. Тому кваліметрію можна розглядати навіть як певний розділ аксіології. Аксіологія так співвідноситься з кваліметрією, як економіка з економетрією, біологія з біометрією, соціологія з соціометрією 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 її 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 для самоконтролю

1. Як описують технічний прогрес на підставі кваліметрії?
2. Опишіть процедуру оцінювання показників роботи певного підприємства.
3. Охарактеризуйте рівень технічного прогресу за зростанням інтегральної якості.
4. Як враховують моральну зношеність у кваліметрії?
5. Наведіть формули розрахунку часу морального зношування.
6. З якими науками пов'язана кваліметрія?
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.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геворкян Е. С. Основи кваліметрії: конспект лекцій / Е. С. Геворкян. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 84 с.
2. Ревенко Ю. І. Кваліметрія: навч. посібник / Ю. І. Ревенко, О. М. Бистрий, В. І. Мельник та ін. – К.: Прінтеко, 2022. – 20 с.
3. Лукіна Т. О. Кваліметрія // Енциклопедія освіти / Нац. акад. пед. наук України; [гол. ред. В. Г. Кремень]: 2-ге вид, допов. та перероб. – Київ: Юрінком Інтер, 2021. – С.437–438.
4. Дмитрієв І. А. Конкурентоспроможність підприємства: навч. посібник / І. А. Дмитрієв, І. М. Кирчата, О. М. Шершенюк. – Харків: ФОП Бровін О. В., 2020. – 340 с.
5. Нанка О. В. Загальне управління якістю: підручник / О. В. Нанка, Р. В. Антощенко, В. М. Кісь та ін. – Харків: ХНТУСГ, 2019. – 205 с.
6. Одарченко А. М. Управління якістю товарів: навч. посібник / А. М. Одарченко, Д. М. Одарченко, М. С. Одарченко та ін. – Х.: ХДУХТ, 2018. – 270 с.
7. Завгородня Є. Є. Статистичні методи контролю якості: навч. посібник / Є. Є. Завгородня. – Старобільськ: Альма-матер, 2017. – 74 с.
8. Дмитренко Г. А., Ануфрієва О. Л., Бурлаєнко Т. І. Кваліметрія в управлінні: гуманістичний контекст: навч. посібник / Дмитренко Г. А., Ануфрієва О. Л., Бурлаєнко Т. І. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2016. – 335 с.
9. Куць В. Р. Кваліметрія: навч. посібник / Куць В. Р., Столярчук П. Г., Друзюк В. М. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту ту «Львівська політехніка», 2012. – 256 с.
10. Давидова О. Ю. Управління якістю продукції та послуг у готельно-ресторанному господарстві: навч. посібник / О. Ю. Давидова, І. М. Писаревський, Р. С. Ладиженська. – Х. : ХНАМГ, 2012. – 414 с.
11. Мережко Н. В. Управління якістю: підруч. для вищ. навч. закл. / Мережко Н. В., Осієвська В. В., Ясинська Н. С. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2010. – 216 с.

12. Салухіна Н. Г. Управління якістю: опорний конспект лекцій / Н. Г. Салухіна, Н. С. Ясинська. – К.: МАУП, 2008. – 143 с.
13. Ціж Б. Р. Основи кваліметрії: навч. посібник / Б. Р. Ціж, Р. І. Байцар. – Л.: Сполом, 2008. – 110 с.
14. Боженко Л. І. Стандартизація, метрологія та кваліметрія в машинобудуванні: навч. посібник. / Л. І. Боженко. – Львів: Світ, 2003. – 328 с.
15. Фейгенбаум А. Контроль якості продукції. / А. Фейгенбаум. – К.: Діло, 2002. – 318 с.

Навчальне видання

КВАЛІМЕТРІЯ, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА
КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ

Конспект лекцій

для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»
усіх форм навчання

Укладач КОЗАКОВА Наталія Віталіївна

Роботу до видання рекомендував Олександр ШЕЛКОВИЙ

В авторській редакції

План 2024 р., поз.611.

Підп. до друку 22.07.2024 р. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 6,8.

Видавничий центр НТУ «ХП», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002 Свідоцтво
про державну реєстрацію № 5478 від 21.08.2017 р.

Електронне видання