

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з дисципліни
**«Наукові основи визначення показників технічного рівня
сучасних підйомних машин»**

1. СТАНДАРТИЗОВАНІ ТЕРМІНИ І ВИЗНАЧЕННЯ З КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ, ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ І УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

Виріб – одиниця промислової продукції, кількість якої може обчислюватись у штуках (примірниках).

Примітка. До виробів допускається відносити завершені та незавершені предмети виробництва, у тому числі заготівлі.

Якість продукції - сукупність властивостей продукції, що зумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до її призначення.

Показник якості продукції – кількісна характеристика однієї або кількох властивостей продукції, що входять до її якості, що розглядається стосовно певних умов її створення та експлуатації або споживання.

Властивість продукції – об'єктивна особливість продукції, яка може виявлятися під час її створення, експлуатації чи споживанні.

Якістю машини називають сукупність властивостей, що зумовлюють придатність машини виконувати зазначені функції у заданому діапазоні зміни умов експлуатації. Якість машини прийнято характеризувати системою показників, що встановлюються стандартами, що діють.

Ознака продукції – якісна чи кількісна характеристика будь-яких властивостей чи станів продукції.

Параметр продукції - ознака продукції, що кількісно характеризує будь-які її властивості або стану.

Рівень якості – це відносна характеристика якості продукції, заснована на порівнянні значень показників якості продукції, що оцінюється, з базовими значеннями відповідних показників.

Технічний рівень (ТУ) продукції – відносна характеристика якості продукції, заснована на зіставленні значень показників, що характеризують технічну досконалість продукції, що оцінюється, з базовими значеннями відповідних показників. Отже, поняття «технічний рівень» продукції – це те саме, що й «рівень якості», але застосовується до технічних виробів.

При визначенні чисельного значення технічного рівня враховують сукупність технічних, технологічних, експлуатаційних, економічних, екологічних та інших показників якості, що виражають ступінь досконалості продукції та її відповідності вимогам споживачів (потребам).

Технічний рівень (потужність, ККД, продуктивність, точність роботи, ступінь автоматизації, економічність та ін.)

визначає ступінь досконалості машини.

Технічна досконалість (ТЗ) продукції – сукупність найбільш суттєвих властивостей продукції, що визначають її якість та характеризують науково-технічні досягнення у розвитку даного виду продукції.

Оцінка рівня якості продукції - сукупність операцій, що включає вибір номенклатури показників якості продукції, що оцінюється, визначення значень цих показників і зіставлення їх з базовими.

Оцінка технічного рівня продукції – сукупність операцій, куди входять вибір номенклатури показників, характеризуючих технічне досконалість оцінюваної продукції, визначення значень цих показників і зіставлення їх із базовими.

Осмислення наведених вихідних термінів та його визначень дозволяє переконатися, що оцінка технічного рівня машин – це докладна кількісна оцінка їх якості.

Методи оцінки якості продукції та визначення чисельних значень параметрів якості ґрунтуються на законах кваліметрії.

Базові зразки – зразки продукції, які мають передові науково-технічні досягнення у розвитку цього виду продукції.

Вид продукції - сукупність зразків продукції одного призначення та сфери застосування.

Одиничний показник якості продукції - показник якості продукції, що характеризує одну з її властивостей
Комплексний показник якості продукції - показник якості продукції, що характеризує кілька її властивостей.

Визначальний показник якості продукції – показник якості продукції, за яким ухвалюють рішення оцінювати її якості.

Інтегральний показник якості продукції – показник якості продукції, що є відношенням сумарного корисного ефекту від експлуатації чи споживання продукції до сумарних витрат на її створення та експлуатацію чи споживання.

Індекс якості продукції - комплексний показник якості різнорідної продукції, випущеної за інтервал, що розглядається, рівний середньому зваженому відношенню значень показників якості цієї продукції.

Коефіцієнт дефектності продукції – середня зважена кількість дефектів, що припадає на одиницю продукції.

Індекс дефектності продукції – комплексний показник якості різнорідної продукції, випущеної за інтервал, що розглядається, рівний середньому зваженому коефіцієнту дефектності цієї продукції.

Коефіцієнт сортності продукції – відношення сумарної вартості продукції, випущеної за розглянутий інтервал часу, до сумарної вартості цієї продукції в перерахунку на найвищий сорт.

Коефіцієнт вагомості показника якості продукції - кількісна характеристика значущості даного показника якості продукції серед інших показників її якості.

Базове значення показника якості продукції - значення показника якості продукції, прийняте за основу при порівняльній оцінці її якості. Відносне значення показника якості продукції – відношення значення показника якості продукції до базового значення цього показника.

Регламентоване значення показника якості – значення показника якості продукції, встановлене нормативною документацією.

Номінальне значення показника якості продукції - регламентоване значення показника якості продукції, від якого відраховується відхилення, що допускається.

Граничне значення показника якості продукції – найбільше чи найменше регламентоване значення показника якості продукції.

Оптимальне значення показника якості продукції - значення показника якості продукції, при якому досягається або найбільший ефект від експлуатації або споживання продукції при заданих витратах на її створення та експлуатацію або споживання, або заданий ефект при найменших витратах, або найбільше відношення до витрат.

Допустиме відхилення показника якості продукції – відхилення фактичного значення показника якості продукції від номінального значення, що знаходиться в межах, встановлених нормативною документацією.

Примітка. Технічна досконалість визначається за спеціальними картами технічного рівня.

Диференціальний метод оцінки якості продукції – метод оцінки якості продукції, що ґрунтується на використанні одиничних показників її якості.

Комплексний метод оцінки якості продукції – метод оцінки якості продукції, що базується на використанні комплексних показників її якості.

Змішаний метод оцінки якості продукції – метод оцінки якості продукції, що базується на одночасному використанні одиничних та комплексних показників її якості.

Статистичний метод оцінки якості продукції – метод оцінки якості продукції, у якому значення показників якості продукції визначають з використанням правил математичної статистики.

Придатна продукція – продукція, яка б задовольняла всім встановленим вимогам.

Дефект – кожна окрема невідповідність продукції встановленим вимогам Управління якістю продукції – дії, що здійснюються під час створення та експлуатації чи споживання продукції, з метою встановлення, забезпечення та підтримки необхідного рівня її якості.

Система управління якістю продукції - сукупність керуючих органів та об'єктів управління, що взаємодіють за допомогою матеріально-технічних та інформаційних засобів при управлінні якістю продукції.

Державна атестація продукції – система організаційно-технічних та економічних заходів, що передбачають віднесення продукції до категорій якості та спрямованих на планомірне підвищення її якості та своєчасне впровадження науково-технічних досягнень.

Якість праці працівника – сукупність властивостей процесу трудової діяльності, зумовлених здатністю та прагненням працівника виконати певне завдання відповідно до встановлених вимог.

Показник якості праці працівника – кількісна характеристика властивостей процесу праці та її результатів, що становлять їх якість.

Якість створення продукції – сукупність властивостей процесу створення продукції, яких залежить відповідність цього процесу його результатів встановленим вимогам.

Показник якості створення (експлуатації) продукції – кількісна характеристика властивостей, що становлять якість процесу створення (експлуатації) продукції та результатів цього процесу.

Показник ефективності використання продукції – кількісна характеристика ступеня досягнення корисних результатів під час використання продукції у конкретній експлуатаційній ситуації з урахуванням експлуатаційних витрат.

Прогнозування якості продукції – визначення можливих значень показників якості продукції, які можна досягти заданого моменту чи протягом заданого інтервалу часу.

Планування якості продукції – встановлення обґрунтованих завдань з випуску продукції з необхідними значеннями показників якості на заданий час або протягом заданого інтервалу часу.

Контроль якості продукції – перевірка відповідності показників якості продукції встановленим вимогам.

Кваліметрія – (від латинського *qualis* – якої, якої якості та давньогрецької *μετροω* – міряти, вимірювати) – наукова галузь, що поєднує методи кількісної оцінки якості різних об'єктів.

Метрологія (від грецьк. «metron» - міра, «logos» - вчення) – наука про виміри, методи та засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності.

Предмет метрології – виміри, їх єдність та точність.

Метрологія включає методи виконання практично всіх вимірювальних робіт на виробництві, а також їх правові і теоретичні основи.

Єдність вимірів – стан вимірів, у якому їх результати виражені в узаконених одиницях величин і похибки вимірів не виходять за встановлені межі із заданою ймовірністю.

Для забезпечення єдності вимірів виконуються такі умови:

– застосовуються лише узаконені правилами одиниці вимірів;

– встановлюється допустимі похибки вимірювань та межі, за які вони не повинні виходити за заданої ймовірності.

2. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

Поняття та терміни, що використовуються в галузі управління якістю, визначаються міжнародними та національними стандартами. Міжнародний стандарт ISO 8402-94 встановлює терміни якості, пояснює їх сутність і те, як вони застосовуються в стандартах ISO 9000 системи якості.

У науковій літературі якість визначено як сукупність показників об'єкта, які стосуються його здатності задовольняти встановлені і передбачувані потреби.

Об'єкт – те, що може бути індивідуально описано і розглянуто, т. е. це широке поняття, що включає у собі як продукцію, а й діяльність чи процес, організацію чи обличчя, тоді як продукція сприймається як результат діяльності чи процесу.

Враховуючи, що властивість продукції є вихідною характеристикою її якості, розглянемо пов'язані з ним поняття та терміни, які належать лише до уречевлених результатів праці.

Властивість продукції – це об'єктивна особливість, яка проявляється під час створення, експлуатації чи споживання виробу. Термін «експлуатація» застосовується до такої продукції, яка в процесі використання витрачає свій ресурс, а «споживання» відноситься до тієї, що при її використанні витрачається сама. Властивості можна розділити на прості та складні (наприклад, надійність виробу є складною властивістю, яка обумовлена відносно простими його особливостями – безвідмовністю, довговічністю, ремонтпридатністю та збереженням).

Ознакою продукції є якісна чи кількісна характеристика будь-яких її властивостей чи станів. До якісних ознак можна віднести колір матеріалу, форму виробу, наявність на поверхні деталі антикорозійного або декоративного покриття, спосіб скріплення деталей виробу (наприклад, зварювання, клепка), налаштування або регулювання технічних властивостей (ручний, дистанційний, напівавтоматичний). Якісні ознаки можуть мати альтернативний характер, наприклад, наявність або відсутність захисного покриття на деталях, наявність або відсутність дефектів. Кількісна ознака є параметром продукції і може бути одним із показників її якості.

Показник якості продукції – кількісна характеристика однієї або кількох властивостей продукції, що становлять її якість, що розглядається стосовно певних умов її створення, експлуатації та споживання. Багато показників якості продукції є функціями її параметрів.

Так, показник довговічності свердла залежить від ширини напямної стрічки (геометричного параметра) та від механічних характеристик матеріалу свердла (структурних параметрів).

Розглянуті поняття "ознака", "параметр", "показник якості продукції" дозволяють визначити взаємозв'язки між ними. Номенклатура показників якості залежить від призначення продукції та визначається кількісними

характеристиками її властивостей, які забезпечують можливість оцінки рівня її якості. Показники якості мають найменування та чисельне значення.

Рівень якості – це відносна характеристика, заснована на порівнянні значень показників якості продукції, що оцінюється, з відповідними показниками продукції, прийнятої в якості бази для порівняння.

Поруч із рівнем якості визначається технічний рівень продукції – відносна характеристика, отримана шляхом зіставлення деякої сукупності показників якості виробів аналізованого типу із відповідною сукупністю базових показників. Технічний рівень продукції зазвичай оцінюється при розробці нових або атестації виробів, що серійно випускаються.

3. КЛАСИФІКАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Властивості продукції можуть бути охарактеризовані кількісно та якісно. Якісні характеристики визначають відповідність виробу сучасному дизайну, кольору тощо.

Кількісна характеристика однієї або кількох властивостей продукції, що становлять її якість, що розглядається стосовно певних умов її створення та експлуатації або споживання (наприклад, безвідмовність роботи, трудомісткість, собівартість, маса, розмір виробу тощо), називається показником якості продукції. Вибір показників якості встановлюється переліком найменувань кількісних характеристик властивостей продукції, що входять до складу її якості та забезпечують оцінку рівня якості продукції.

Обґрунтування вибору номенклатури показників якості провадиться з урахуванням:

- призначення та умов використання продукції;
- аналізу вимог споживача;
- завдань управління якістю продукції;
- складу та структури властивостей, що характеризуються;
- основних вимог щодо показників якості.

Залежно від характеру розв'язуваних завдань щодо оцінки якості продукції показники можна класифікувати за різними ознаками (табл. 3.1). Крім наведених у табл. 3.1 основних ознак класифікації та груп показників якості використовуються і такі, як однорідність властивостей, що характеризуються (функціональні, ресурсозберігаючі, природоохоронні) і форма надання властивостей, що характеризуються (абсолютні, відносні, питомі).

Таблиця 3.1

Класифікація показників якості продукції (за ознакою та групою)

Признак	Група
За кількістю властивостей, що характеризуються	Поодинокі Комплексні Інтегральні
За властивостями, що характеризуються	Призначення Надійності Економічності Ергономічності Естетичності Технологічності Стандартизації та уніфікації Патентно-правові Екологічні Безпеки Транспортабельності
За способом вираження	У натуральних одиницях (кг, мм, бали та ін.) У вартісному вираженні
За етапами визначення значень показників	Прогнозні Проектні Виробничі Експлуатаційні

Поодинокі показники, що характеризують одну з властивостей продукції, можуть відноситися як до одиниці продукції, так і до сукупності одиниць однорідної продукції (наприклад, напрацювання виробу на відмову (годинник), питома витрата палива (г/л.с.), потужність (л. с.), максимальна швидкість руху (км/год)).

Комплексні показники характеризують разом кілька простих властивостей чи одне складне, що з кількох простих.

Прикладом комплексного показника може бути коефіцієнт готовності виробу K_r , який характеризує дві властивості: безвідмовність та ремонтпридатність. Обчислюється він за такою формулою:

$$K_r = \frac{T_o}{T_o + T_b}, \quad (3.1)$$

де T_o - напрацювання виробу на відмову (безвідмовність), визначається як відношення сумарного часу роботи виробу за період спостереження t_c до сумарної кількості відмов виробу m за цей період, год, тобто

$$T_o = \frac{t_c}{m}; \quad (3.2)$$

T_b – середній час відновлення (ремонтпридатність), год.

Розподіл показників на одиничні та комплексні умовно через саму умовність поділу властивостей продукції на прості та складні. Наприклад, властивість ремонтпридатності по відношенню до якості готовності є простою, але це не абсолютно, а відносно, оскільки

$$T_b = t_o + t_y, \quad (3.3)$$

де t_o - середній час, що витрачається на відшукування відмови, год;

t_y – середній час усунення відмови, год.

Отже, щодо K_r показник T_b можна як одиничний, а щодо t_o і t_y – як комплексний.

Інтегральні показники відображають відношення сумарного корисного ефекту від експлуатації продукції до сумарних витрат на її створення та експлуатацію. Розрахунок інтегральних показників I з технічних пристроїв з терміном служби понад рік можна зробити за формулою

$$I = \frac{PE_T}{\sum_{t=0}^T (Z_{ct} + Z_{et})} \alpha_t \quad (3.4)$$

де PE_T – сумарний корисний ефект від експлуатації технічного пристрою за розрахунковий період або корисний термін використання (наприклад, вироблення електроенергії енергоблоком кВт/год, робота вантажного автомобіля т/км);

Z_{ct} - Витрати створення технічного пристрою (розробку, виготовлення, монтаж) в році t ;

Z_{et} - Витрати на експлуатацію технічного пристрою (технічне обслуговування, ремонт та інші експлуатаційні витрати) в році t ;

α_t - коефіцієнт приведення (дисконтування) різночасних витрат до одного року;

T – розрахунковий період (корисний чи нормативний термін служби).

Найбільш широке застосування в оцінці якості продукції виробничо-технічного призначення знаходять показники, згруповані за властивостями, що характеризують.

Показники призначення характеризують властивості продукції, що визначають основні функції, для виконання яких вона призначена, та обумовлюють сферу її застосування. Вони поділяються на показники функціональної та технічної ефективності (продуктивність верстата, міцність тканини); конструктивні (габаритні розміри, коефіцієнти збірності та взаємозамінності); показники складу та структури (наприклад, відсотковий вміст сірки в коксі, концентрація домішки у кислотах).

Показники надійності характеризують властивості безвідмовності, довговічності, ремонтопридатності та збереження.

Безвідмовність - це властивість виробу безперервно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого напрацювання, що виражається в ймовірності безвідмовної роботи, середньому доробку, інтенсивності відмов.

Довговічність – властивість виробу зберігати працездатність до граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонтів. Поодинокими показниками довговічності є середній ресурс та середній термін служби. Поняття «ресурс» застосовується при характеристиці довговічності виробу, а «термін служби» – при характеристиці довговічності за календарним часом.

Ремонтотпридатність – властивість виробу, що полягає у пристосованості його до запобігання та виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень та усунення їх наслідків шляхом проведення ремонтів та технічного обслуговування.

Одиничними показниками ремонтотпридатності є можливість відновлення працездатного стану та середній час відновлення. Відновлюваність виробу характеризується середнім часом відновлення до заданого значення показника якості та рівнем відновлення.

Зберігаємість – властивість продукції зберігати справний і працездатний, придатний до споживання стан протягом усього терміну зберігання та транспортування та після нього. Одиничними показниками тут можуть бути середній термін зберігання та призначений термін зберігання.

Ергономічні показники, що характеризують систему «людина – виріб – середовище використання» та враховують комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних та психологічних властивостей людини, поділяються на такі групи:

- гігієнічні (освітленість, температура, випромінювання, вібрація, шум);
- антропометричні (відповідність конструкції виробу розмірам та формі тіла людини, відповідність розподілу його ваги);

- фізіологічні (відповідність конструкції виробу силовим та швидкісним можливостям людини);

- психологічні (відповідність виробу можливостям сприйняття та переробки інформації).

Показники економічності визначають досконалість виробу за рівнем витрат матеріальних, паливноенергетичних та трудових ресурсів на його виробництво та експлуатацію (споживання). Це насамперед собівартість, ціна покупки та ціна споживання, рентабельність тощо.

Естетичні показники характеризують інформаційно-художню виразність виробу (оригінальність, стильову відповідність, відповідність моді), раціональність форми (відповідність форми призначенню, конструктивному рішенню, особливостям технології виготовлення та застосовуваним матеріалам), цілісність композиції (пластичність, упорядкованість графічних).

Показники технологічності мають відношення до таких властивостей конструкції виробу, які визначають його пристосованість до досягнення оптимальних витрат під час виробництва, експлуатації та відновлення заданих значень показників якості. Вони є визначальними для показників економічності. Поодинокі показники технологічності – питома трудомісткість, матеріаломісткість, енергоємність виготовлення та експлуатації виробу, тривалість циклу технічного обслуговування та ремонтів та ін.

Показники стандартизації та уніфікації характеризують насиченість виробу стандартними, уніфікованими та оригінальними складовими частинами, якими є деталі, вузли, агрегати, комплекти та комплекси, що входять до нього. До цієї групи належать коефіцієнти застосування, повторюваності, уніфікації виробу або групи виробів.

Патентно-правові показники характеризують ступінь патентного захисту та патентної чистоти технічних рішень, використаних у виробі та визначають його конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринку.

Екологічні показники визначають рівень шкідливих впливів на довкілля у процесі експлуатації чи споживання виробу. До них відносяться вміст шкідливих домішок, що викидаються в навколишнє середовище, а також можливість викиду шкідливих частинок, газів і випромінювань, рівень яких не повинен перевищувати гранично допустимої концентрації.

Показники безпеки характеризують особливості продукції, що зумовлюють її використання безпеку людини (обслуговуючого персоналу) та інших об'єктів. Вони повинні відображати вимоги до заходів та засобів захисту людини в умовах аварійної ситуації, не санкціонованої та не передбаченої правилами експлуатації у зоні можливої небезпеки.

Показники транспортабельності характеризують пристосованість продукції до транспортування без використання чи споживання. Основними показниками є середня тривалість підготовки продукції до транспортування; середня трудомісткість підготовки продукції до транспортування; середня тривалість встановлення продукції на засіб транспортування певного виду і т. д. Найбільш повно транспортабельність оцінюється вартісними показниками,

що дозволяють одночасно врахувати матеріальні та трудові витрати, кваліфікацію та кількість людей, зайнятих роботами з транспортування.

Показник, яким приймається рішення оцінювати якість продукції, називається визначальним. Властивості, що враховуються визначальним показником, можуть характеризуватись одиничними та (або) комплексними (узагальнюючими) показниками якості. Узагальнюючі показники є середньою величиною, яка враховує кількісні оцінки основних властивостей продукції та їх коефіцієнтів вагомості.

Оптимальне значення показника якості продукції - те, при якому досягається найбільший корисний ефект від експлуатації (споживання) продукції при заданих витратах на її виробництво та експлуатацію, розрахунок якого може бути зроблений за раніше наведеною формулою (3.1).

Розглянуті вище показники якості можуть бути використані переважно для оцінки продукції виробничого призначення. Їм аналогічні показники якості предметів споживання, однак ці показники повинні враховувати специфіку призначення та використання цих предметів. Особливості оцінки якості продукції виробничо-технічного призначення та предметів споживання відображаються у галузевій нормативно-технічній документації, яка регламентує вибір номенклатури показників якості, методики їх розрахунку та сферу застосування. Показники якості, як і фізичні величини можуть мати розмірність або бути безрозмірними.

Кількісною характеристикою показників якості є їх розмір, який слід відрізнити від значення виразу розміру в певних одиницях.

Наприклад, трудомісткість виготовлення та експлуатації продукції визначається кількістю часу, яке було витрачено на виготовлення та експлуатацію одиниці продукції, та яке виражене для промислових виробів у нормо-годинах. Очевидно, що трудомісткість виготовлення конкретного вузла чи агрегату (показник технологічності) не зміниться, якщо її висловити, наприклад, у людино-днях. Не зміняться і економічні показники (собівартість або ціна виробу). Значення показників якості можуть бути абсолютними та відносними. Абсолютні значення фізичних величин мають розмірність, а відносні – завжди безрозмірні. При цьому абсолютні значення показників якості можуть бути як розмірними, так і безрозмірними, а відносні лише безрозмірними.

Наведемо приклади абсолютних значень показників якості: маса виробу – показник транспортабельності; експлуатаційна швидкість автобуса – показник призначення; освітленість робочому місці – ергономічний показник.

Прикладами відносних значень показників технологічності продукції є відносна трудомісткість виготовлення $T_{o.v.p.}$ та (або) експлуатації та відносна собівартість виготовлення $C_{o.v.p.}$ та (або) експлуатації.

Відносна трудомісткість виготовлення та (або) експлуатації виражається формулою

$$T_{o.v.p.} = \frac{T_{в.р.}}{T}, \quad (3.5)$$

де $T_{в.р}$ – трудомісткість за видами робіт (наприклад, трудомісткість заготівельних робіт, трудомісткість профілактичного обслуговування тощо), год;

T – трудомісткість виготовлення та (або) експлуатації, год.

Відносну собівартість виготовлення та (або) експлуатації можна розрахувати за формулою

$$C_{о.в.р} = \frac{C_{в.р}}{C}, \quad (3.6)$$

де $C_{в.р}$ - собівартість за видами робіт (наприклад, сумарна собівартість ремонтів, сумарна собівартість профілактичного обслуговування тощо);

C – технологічна собівартість виготовлення.

У зв'язку з тим, що якість продукції має забезпечуватися протягом усього життєвого циклу продукції, важливо забезпечити збереження якості на всіх етапах, починаючи від розробки і закінчуючи утилізацією.

Етапи формування якості продукції

Формування та підтримання якості продукції здійсню-

ються на всіх етапах її життєвого циклу, всі елементи якого утворюють замкнуту у вигляді кільця петлю якості (рис. 3.2). За допомогою петлі якості регулюється взаємозв'язок виробника продукції зі споживачем та з усіма об'єктами, що забезпечують вирішення завдань управління якістю продукції.

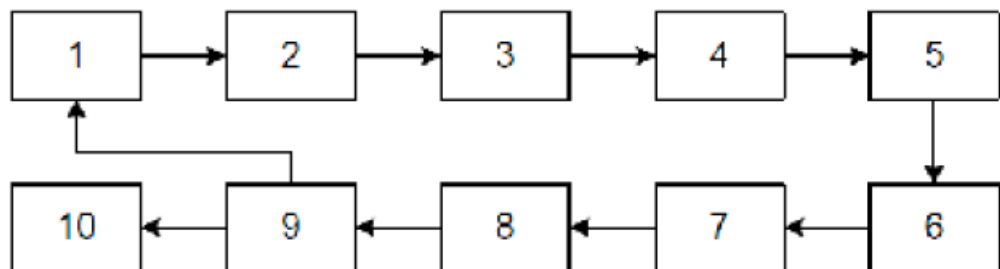


Рис. 3.2. Етапи формування та забезпечення якості продукції

Етапами формування та забезпечення якості продукції є:

- прогнозування потреб, технічного рівня та якості продукції;
- формування рівня якості, що відповідає вищій категорії якості; підготовка науково-технічної документації;
- аналіз можливостей підприємства-виробника;
- матеріально-технічне забезпечення сировиною, матеріалами, комплектуючими виробами;
- технічна підготовка виробництва; розробка технологічних процесів; забезпечення обладнанням, оснащенням, інструментом;
- виробництво продукції, що відповідає науково-технічній документації;
- технічний контроль та випробування продукції; оцінка якості виготовлення;
- збут готової продукції; збереження якості у процесі зберігання, транспортування, реалізації продукції;

- монтаж та експлуатація готової продукції; забезпечення якості обслуговування та ремонту; оцінки ступеня задоволення споживача якістю продукції;

- утилізація; максимальне використання речовин, що утилізуються.

Петля якості є концептуальною моделлю взаємозалежних видів діяльності, що впливають на якість на різних стадіях життєвого циклу продукції, починаючи від визначення потреб і закінчуючи оцінкою їх задоволення.

Петля якості наочно показує послідовне відображення якості процесів як кінцевий результат. Узагальнена якість результату являє собою сукупність проектної, виробничої та експлуатаційної стадій життєвого циклу продукції. Послідовність оцінки значень показників та рівня якості наведено на рис. 3.3.

На початковій стадії проводяться роботи з формування вихідних вимог до продукції, які, як правило, включають складання заявки на розробку, освоєння та створення аванпроекту, науково-дослідні роботи та підготовку технічного завдання.

Стадії життєвого циклу продукції		
Розробка продукції	Виробництво продукції	Експлуатація чи споживання продукції
Оцінка проектування якості продукції	Оцінка якості виробництва продукції	Оцінка якості продукції в експлуатації (споживанні)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановлення класу та групи продукції 2. Вибір та обґрунтування номенклатури показників якості 3. Вибір базового зразка 4. Вибір методу визначення значення показника якості 5. Визначення числових значень показників 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановлення методів та засобів контролю якості 2. Вибір методу визначення значення показника якості 3. Визначення фактичних значень показників якості 4. Оцінка рівня якості виробництва за показниками дефектності 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановлення способу збирання та отримання інформації про якість 2. Визначення фактичних показників якості 3. Визначення корисного ефекту та сумарних витрат 4. Оцінка рекламцій 5. Одержання результатів оцінки та прийняття рішень

Рис. 3.3. Послідовність оцінки значень показників та рівня якості продукції

Технічне завдання складається з наступних розділів: найменування та сфера застосування продукції, основа для розробки, мета та призначення розробки, технічні вимоги, економічні показники, стадії та етапи розробки, порядок контролю та приймання, додатки.

Замовник формує вихідні вимоги, що забезпечують реальну можливість для створення продукції необхідного технічного рівня, скорочення термінів і витрат на розробку та постановку продукції на виробництво, уникнення

помилки надалі за рахунок ретельного попереднього опрацювання основних питань. Вихідні вимоги мають ґрунтуватися на прогнозуванні потреб ринку в даному виді продукції з урахуванням тенденцій її розвитку, а також удосконалення виробничих процесів та сфери послуг, де використовуватиметься продукція.

Розробник здійснює створення технічного завдання на основі вихідних вимог замовника, а також з урахуванням результатів виконаних науково-дослідних та експериментальних робіт, аналізу передових досягнень вітчизняної та зарубіжної техніки, прогресивних типажів та систем машин та обладнання, вивчення патентної документації, вимог зовнішнього та внутрішнього ринків.

Технічне завдання може розроблятися на конкретний виріб та групу виробів, типорозмірний ряд або його частину. На групу виробів, що характеризуються спільністю конструкції та призначення, може розроблятися типове технічне завдання. У технічному завданні може бути передбачена розробка технічної пропозиції, в якій на основі аналізу різних варіантів технічних рішень встановлюються остаточні вимоги до технічних характеристик та показників якості, не зазначених у технічному завданні. Узгоджена із замовником технічна пропозиція дозволяє підготувати конструкторську документацію (ескізний, технічний проекти, робочу документацію) відповідно до вимог Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД).

Замовник спільно з розробником у технічному завданні визначає порядок процесу здачі та приймання результатів розробки:

- здавання та приймання видів виготовлених зразків (експериментальних, дослідних, головних);
- визначення категорії випробувань;
- визначення складу приймальної комісії;
- розгляд результатів на приймальній комісії;
- підготовка документів, що подаються на приймання.

Дія технічного завдання закінчується після затвердження акта приймальної комісії. Виробник визначає необхідність участі розробника у підготовці та освоєнні виробництва продукції. Найважливіші завдання на стадії виробництва: забезпечення стабільної якості продукції, аналіз даних про результати експлуатації (споживання), виявлення можливих напрямів удосконалення виробів, виконання робіт із підготовки до сертифікації продукції та організації сервісного обслуговування.

На всіх стадіях життєвого циклу продукції рівень її якості має встановлюватися, забезпечуватись та підтримуватись.

Встановлюється необхідний рівень якості на стадії дослідження та проектування на основі аналізу кращих науково-технічних досягнень для задоволення потреб замовників з найменшими витратами. Управління якістю на цій стадії має особливо важливе значення, оскільки саме тут формуються та розраховуються основні техніко-економічні та експлуатаційні показники майбутньої продукції, які закладені у конструкторсько-технологічну

документацію. Цілями управління на даній стадії є досягнення рівня якості, що відповідає вищій категорії якості, сучасним досягненням та прогнозу суспільних потреб на період виробництва продукції, а також підготовка комплекту науково-технічної документації для виготовлення, обігу, споживання та експлуатації продукції (при дотриманні встановлених економічних показників) . Критерієм оцінки якості продукції є ступінь відповідності техніко-економічних параметрів, що закладаються в продукцію, аналогічним параметрам кращих науково-технічних досягнень у нашій країні та за кордоном.

Забезпечується якість продукції на стадії виготовлення за рахунок застосування якісної нормативно-технічної документації на виготовлення продукції, якісного обладнання, оснащення, інструментів, сировини, матеріалів, комплектуючих. Цілями управління в цьому випадку є виробництво продукції відповідно до планового завдання та рівня якості, який сформований на етапі дослідження та проектування, а також підвищення якості продукції на основі досвіду або експлуатації шляхом поліпшення властивостей продукції та вдосконалення технології виробництва при дотриманні встановлених економічних показників. Критерієм оцінки є ступінь відповідності фактичних техніко-економічних параметрів виготовленого виробу його аналогічним параметрам, закладеним у проектній документації.

Підтримка якості виготовленої продукції проводиться на стадіях обігу та реалізації, експлуатації та споживання. Якість обігу та реалізації складається з якості зберігання та транспортування. Тут важливо зберегти рівень якості, який був забезпечений під час виробництва. Метою управління на цій стадії є створення необхідних умов для збереження властивостей продукції при її складуванні, транспортуванні та збуті відповідно до встановлених планових завдань, стандартів та технічних умов. Критерієм оцінки якості є відповідність показників якості виробу показникам, зафіксованим у технічній документації, що супроводжує виріб.

На стадії експлуатації здійснюється остаточна найповніша оцінка фактичного рівня якості продукції. Підтримка якості експлуатації залежить від якості самої експлуатації та ремонтної документації, експлуатаційного та ремонтного обладнання, запасних частин та якості праці експлуатаційного та ремонтного персоналу. Метою управління є забезпечення безвідмовної та ефективної роботи випущених виробів під час експлуатації. Критерієм оцінки якості служить відповідність показників якості виробу показникам, зафіксованим у технічній документації, що супроводжує виріб, тобто тим реальним потребам, задоволення яких воно створювалося.

4. КВАЛІМЕТРІЯ І МЕТРОЛОГІЯ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Для оцінки ТУ та якості продукції (машин та інших виробів) потрібна чітка система показників та методів їх визначення.

Наукова та практична сфера, в рамках якої займаються розробкою теоретичних основ та методів кількісної оцінки якості продукції, називається кваліметрією.

КВАЛІМЕТРІЯ – (від латинського *qualis* – який, якої якості та давньогрецького *μετροω* – міряти, вимірювати) – наукова галузь, що поєднує методи кількісної оцінки якості різних об'єктів.

Кваліметрія поділяється на теоретичну та прикладну.

Теоретична кваліметрія, абстрагуючись від конкретних об'єктів, обґрунтовує та розробляє принципи та загальні методи кількісної оцінки якості.

Основне завдання прикладної кваліметрії – розробка методів кількісної оцінки якості, які враховують специфіку конкретних видів продукції.

Основні завдання кваліметрії:

- обґрунтування номенклатури показників якості;
- розробка методів визначення показників об'єктів та їх оптимізації;
- оптимізація типорозмірів та параметричних рядів виробів;
- розробка принципів побудови узагальнених показників якості та обґрунтування умов їх використання у завданнях стандартизації та управління якістю.

4.1. Принципи кваліметрії

У кваліметрії, як і у всякої наукової дисципліни, є свої методологічні принципи, зміст яких полягає в наступному:

1. Щодо оцінки якості товарної продукції проблема полягає в тому, що у споживачів та виробників продукції суттєво різні інтереси. Виробник не завжди зацікавлений і часто не може створювати якісні товари, а продавати їх він прагне найвищої ціни. Споживач зацікавлений у дешевій, але якісній продукції. Тому відповідні методи оцінки якості продукції можуть бути різними.

Завдання кваліметрії – розробляти такі методи, прийоми та засоби оцінювання якості продукції, які враховують суспільні інтереси, тобто інтереси споживачів та виробників.

2. Пріоритет у виборі визначальних показників з метою оцінки якості продукції завжди за споживача.

Справа в тому, що кількісна оцінка якості, як правило, здійснюється не за всіма можливими показниками, що характеризують властивості продукції, а за декількома найбільш значущими, визначальними показниками. З огляду на те, що корисний ефект від продукції досягається при її експлуатації чи споживанні, при оцінюванні якості продукції переважно використовуються ті показники, які характеризують здатність продукції «задовольняти певні

потреби відповідно до її призначення». Продукція створюється для сфери споживання, у кваліметрії віддається перевагу показникам споживчих властивостей.

3. Наступний принцип можна сформулювати так: кваліметрична оцінка якості продукції може бути отримана без наявності еталона для порівняння – без базових значень показників визначальних якостей і якості загалом.

Абсолютні значення окремих показників якості ще характеризують якість, є оціночними. Для кількісної оцінки якості необхідно знати значення аналогічних показників якості інших чи іншого аналогічного зразка. Кінцевим результатом оцінки, тобто кількісною оцінкою якості досліджуваного зразка продукції є відносна величина значень узагальненого показника його якості та такого самого показника базового, еталонного зразка.

4. Показник будь-якого рівня узагальнення, крім найнижчого (вихідного) рівня, визначається відповідними показниками попереднього ієрархічного рівня – (критерій оцінки).

Під найнижчим ієрархічним рівнем показників слід розуміти поодинокі показники найпростіших властивостей, що формують якість. Вищий ієрархічний рівень становлять узагальнені показники якості. Показником якості найвищого ієрархічного рівня є інтегральний показник.

5. При використанні методу комплексної оцінки якості продукції всі різнорозмірні показники властивостей повинні бути перетворені та приведені до однієї розмірності або виражені у безрозмірних одиницях виміру.

6. При визначенні комплексного показника якості кожен показник окремої властивості має бути скоригований коефіцієнтом його вагомості (значущості).

7. Сума чисельних значень коефіцієнтів вагомостей всіх показників якості на будь-яких ієрархічних щаблях оцінки має однакове значення (у частках від одиниці або за певною бальною шкалою).

8. Якість цілого об'єкта (зокрема, продукції чи процесу) зумовлено якістю його складових частин.

Перераховані вище методологічні принципи кваліметрії не вичерпують всіх концептуальних положень цієї галузі науки. Однак вони є основними при вирішенні загальних та приватних питань, пов'язаних із методами оцінки якості об'єктів реальності та технічної продукції зокрема.

Основними положеннями кваліметрії є такі (варіант 2):

1. Продукт праці характеризується окремими властивостями – об'єктивними особливостями продукції, які можуть виявлятися під час її створення чи експлуатації. Ці властивості можуть бути складними та простими.

2. Якість продукції – це сукупність властивостей продукції, що зумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до її призначення (ГОСТ 15467-79, ISO 8402-94).

3. Придатність до використання товару оцінюється з погляду інтересів суспільства (споживача).

4. Якість представляється як ієрархічної структури (дерева властивостей), на найвищому рівні якої перебуває якість, але в найнижчому – прості характеристики.

5. Окремі властивості можуть бути виміряні у певних одиницях виміру. В результаті такого виміру визначаються абсолютні значення показників якості.

6. Вимірювання – встановлення абсолютних значень показників якості може проводитись:

– на основі фізичних експериментів – методами метрології (вимірювання геометричних розмірів, маси, твердості, електропровідності тощо);

– на основі психологічних експериментів – методами експериментальної психології (експертний вимір естетичних та ергономічних властивостей – смаку, запаху, кольору);

– на основі побудови аналітичних моделей функціонування об'єкта – методами визначення ефективності, розробленими у теоретичних та економічних науках.

7. Крім абсолютного значення показника, кожна властивість може характеризуватись і відносним значенням показника, що виявляє ступінь його придатності для використання за призначенням з аналогічним показником іншого продукту. Цей відносний показник визначається зіставленням значення показника з базовим значенням показника, що відображає рівень суспільної потреби, що змінюється в часі.

8. Поряд з абсолютним та відносними значеннями показника кожна властивість характеризується також своєю вагомістю (значущістю, важливістю) серед решти властивостей. Показник якості характеризується коефіцієнтом вагомості, що є кількісною характеристикою значимості цього показника якості продукції серед інших показників її якості.

9. Кількісною характеристикою якості є рівень якості продукції, заснований на порівнянні значень показників якості продукції, що оцінюється, з базовими значеннями відповідних показників.

4.2. Основні терміни та визначення

1. Якість продукції - сукупність властивостей продукції, що зумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до її призначення.

2. Властивість продукції – об'єктивна особливість продукції, яка може виявлятися під час її створення, експлуатації чи споживанні.

Якістю машини називають сукупність властивостей, що зумовлюють придатність машини виконувати зазначені функції у заданому діапазоні зміни умов експлуатації. Якість машини прийнято характеризувати системою показників, що встановлюються стандартами, що діють.

3. Рівень якості – це відносна характеристика якості продукції, заснована на порівнянні значень показників якості продукції, що оцінюється, з базовими значеннями відповідних показників.

4. Технічний рівень (ТУ) продукції – відносна характеристика якості продукції, заснована на зіставленні значень показників, що характеризують

технічну досконалість продукції, що оцінюється, з базовими значеннями відповідних показників. Отже, поняття «технічний рівень» продукції – це те саме, що й «рівень якості», але застосовується до технічних виробів.

При визначенні чисельного значення технічного рівня враховують сукупність технічних, технологічних, експлуатаційних, економічних, екологічних та інших показників якості, що виражають ступінь досконалості продукції та її відповідності вимогам споживачів (потребам).

Технічний рівень (потужність, ККД, продуктивність, точність роботи, ступінь автоматизації, економічність та ін) визначає ступінь досконалості машини.

5. Технічна досконалість (ТЗ) продукції – сукупність найбільш істотних властивостей продукції, що визначають її якість і характеризують науково-технічні досягнення у розвитку даного виду продукції.

6. Оцінка рівня якості продукції - сукупність операцій, що включає вибір, номенклатури показників якості продукції, що оцінюється, визначення значень цих показників і зіставлення їх з базовими.

7. Оцінка технічного рівня продукції – сукупність операцій, куди входять вибір номенклатури показників, характеризуючих технічне досконалість оцінюваної продукції, визначення значень цих показників і зіставлення їх із базовими.

Осмилення наведених вихідних термінів та його визначень дозволяє переконатися, що оцінка технічного рівня машин – це докладна кількісна оцінка їх якості.

Методи оцінки якості продукції та визначення чисельних значень параметрів якості ґрунтуються на законах кваліметрії.

8. Базові зразки – зразки продукції, які мають передові науково-технічні досягнення у розвитку цього виду продукції.

9. Вид продукції – сукупність зразків продукції одного призначення та сфери застосування.

10. Показник якості продукції – кількісна характеристика однієї або кількох властивостей видів продукції, що входять до її якості, що розглядається стосовно певних умов її створення та експлуатації чи споживання.

4.3. Методи вимірів. Вимірювальні шкали

4.3.1. Метрологія та її складові

Метрологія (від грецьк. «metron» – міра, «logos» – вчення) – наука про виміри, методи та засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності (ГОСТ 16263–70).

Предмет метрології – виміри, їх єдність та точність.

Метрологія включає методи виконання практично всіх вимірювальних робіт на виробництві, а також їх правові і теоретичні основи.

Правові основи (законодавча метрологія) забезпечують однаковість коштів та єдність вимірів у вигляді встановлених державою правил. Державне регулювання виконується за допомогою правових актів через федеральні органи виконавчої влади (міністерства та відомства), Державну метрологічну службу та метрологічні служби підприємств та організацій.

Теоретична (фундаментальна) метрологія розробляє фундаментальні засади цієї науки.

Прикладна (практична) метрологія висвітлює питання практичного застосування розробок основ теоретичної та законодавчої положень метрологій.

Єдність вимірів – стан вимірів, у якому їх результати виражені в узаконених одиницях величин, і похибки вимірів не виходять за встановлені межі із заданою ймовірністю.

Для забезпечення єдності вимірів виконуються такі умови:

– застосовуються лише узаконені правилами одиниці вимірів;

– встановлюються допустимі похибки вимірювань та межі, за які вони не повинні виходити за заданої ймовірності.

Усі об'єкти навколишнього світу характеризуються своїми властивостями.

Властивість – категорія якісна. Для кількісного опису різних властивостей процесів та фізичних тіл вводиться поняття величини.

Величина - це властивість чогось, що може бути виділено серед інших властивостей, оцінено тим чи іншим способом, у тому числі кількісно.

Величини можна поділити на два види: реальні та ідеальні.

Ідеальні величини відносяться до математики та є узагальненням (моделлю) конкретних реальних понять.

Реальні величини, своєю чергою, поділяються на фізичні і фізичні.

ФІЗИЧНА ВЕЛИЧИНА – одне з властивостей фізичного об'єкта, що є загальним якісно для багатьох фізичних об'єктів, відрізняючись у своїй кількісним значенням.

Фізичні величини ФВ доцільно розділити на вимірювані та оцінювані.

Вимірювані ФВ можуть бути кількісно виражені у вигляді певної кількості встановлених одиниць вимірювання.

Фізичні величини, для яких з тих чи інших причин не може бути введена одиниця виміру, можуть лише оцінені. Величини оцінюють за допомогою шкал.

Шкала величини – впорядкована послідовність її значень, прийнята за згодою виходячи з результатів точних вимірів.

Нефізичні величини, котрим одиниця виміру у принципі може бути введена, може бути лише оцінені.

4.1.2. Вимірювання та одиниці фізичних величин

Вимір - знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів.

Засіб вимірювання – технічний пристрій, призначений для вимірювання.

Об'єктами метрології є одиниці величин, засоби вимірювань, еталони, методики виконання вимірювань.

Основне рівняння вимірів. За допомогою виміру зіставляють вимірювану величину з одиницею виміру, тобто якщо є деяка фізична величина X , а прийнята для неї одиниця $[X]$, то значення фізичної величини визначається як

$$X = q[X], \text{ маса } m = 5 [1 \text{ кг}] = 5 \text{ кг},$$

де q – числове значення фізичної величини у прийнятих одиницях виміру.

Наприклад, за одиницю виміру напруги U електричного струму прийнято один вольт.

Тоді значення напруги електричної мережі $U = q [U] = 220 [1\text{В}] = 220$, тобто числове значення напруги 220.

Якщо за одиницю напруги U прийнято один кіловольт $[1 \text{ кВ}]$, а $1 \text{ В} = 10^{-3} \text{ кВ}$, то $U = q[U] = 220 [10^{-3} \text{ кВ}] = 0,22 \text{ кВ}$. Числове значення напруги буде 0,22.

Ще одне важливе поняття – вимірювальне перетворення, під яким розуміють встановлення однозначної відповідності між розмірами двох величин: перетворюваної (вхідний) та перетвореної в результаті виміру (вихідний).

Багато розмірів вхідної величини, яка перетворюється за допомогою технічного пристрою, називають діапазоном перетворень.

Залежно від видів фізичних величин вимірювальні перетворення поділяються на групи.

Перша група є величини, які визначають відносини: «слабше – сильніше», «м'якше – твердіше», «холодніше – тепліше» та інших.

Такою величиною є, наприклад, швидкість вітру. Їх називають відносинами порядку чи відносинами еквівалентності.

До другої групи ставляться величини, котрим відносини порядку визначаються як між значеннями величин, а й їх діапазоном, т. е. різницею значень крайніх величин. Наприклад, різниця діапазону температур від плюс 5 до плюс 10 °С і різниця діапазону температур від плюс 20 до плюс 25 °С рівні. У разі відношення порядку величин плюс 25 °С тепліше, ніж плюс 10 °С, а відношення порядку різниці крайніх значень перших величин відповідає різниці крайніх значень других величин. В обох випадках відношення порядку однозначно визначається за допомогою вимірювального перетворювача, наприклад, рідинного термометра, температура може бути віднесена до вимірювальних перетворень.

Третя група характеризується тим, що з величинами можливе виконання операцій, подібних до складання та віднімання (властивість адитивності). Наприклад, така фізична величина, як маса: два предмети кожен масою 0,5 кг, поставлені на одну чашу важелів, на іншій чаші врівноважуються гирею масою 1 кг.

Результати вимірів виражають у різних формах, званих шкалами.

Шкали вимірів. У практичній діяльності необхідно проводити вимірювання різних величин, що характеризують властивості об'єктів.

Різноманітне прояв будь-якої властивості утворюють множини, відображення елементів яких на впорядковане безліч чисел або умовних знаків утворюють шкали вимірювання цих властивостей.

У метрологічній практиці відомі кілька різновидів шкал: шкала найменувань, шкала порядку, шкала інтервалів, шкала відносин, абсолютні шкали, умовні шкали.

Шкали найменувань (шкала кваліфікації) – це якісні шкали, які не містять нуля та одиниць вимірів, тут відсутні стосунки типу «більше – менше». Такі шкали використовують для класифікації емпіричних об'єктів, властивості яких виявляються лише щодо еквівалентності. У шкалах найменувань віднесення властивостей до того чи іншого класу еквівалентності здійснюється за допомогою органів чуття людини – це найбільш адекватний результат, обраний більшістю експертів.

Прикладом може бути шкала кольорів (атлас кольорів). Вимірювання полягає у візуальному порівнянні пофарбованого предмета із зразками кольорів (еталонними зразками атласу кольорів).

Так як кожен колір має безліч відтінків, таке порівняння під силу експерту, який має не тільки досвід, але і має відповідні особливі характеристики можливостей візуального спостереження.

Шкали порядку (шкала рангів). Властивості величин описують як ставленням еквівалентності, так і ставленням порядку зростання або зменшення кількісного прояви властивості.

У цих шкалах може бути нульова позначка, але відсутні одиниці виміру, оскільки неможливо встановити, скільки разів більше або менше проявляється властивість величини.

Операція розміщення розмірів у порядку їх зростання або зменшення з метою отримання вимірювальної інформації за шкалою порядку називається ранжируванням.

$Q1 > Q4 > Q2 > Q3 > Q5$ – шкала зростаючого порядку

$Q3 < Q2 < Q1 < Q5 < Q4$ - шкала спадного порядку.

Розташовані в порядку зростання або зменшення розміри вимірюваних величин утворюють шкали порядку.

З метою полегшення вимірювань за шкалою порядку часто деякі вибрані розміри фіксують як опорні (реперні).

Наприклад, знання, інтенсивність землетрусів та багато іншого оцінюють за реперними шкалами порядку. Реперним розмірам надаються цифрові величини, звані балами.

Бали – безрозмірні чисельні величини. Оцінки за шкалами порядку широко використовуються в соціальній сфері, в економіці, в галузі інтелектуальної праці, в мистецтві, в гуманітарних та медичних науках, словом, там, де чисто кількісні виміри утруднені або поки що неможливі.

Шкала інтервалів (шкала різниць). Шкала вимірювань, на якій фіксуються відмінності (різниця) розмірів, що зіставляються, носить назву шкали інтервалів.

Описувати властивості величин можна не лише за допомогою відносин еквівалентності та порядку, але й із застосуванням підсумовування та пропорційності інтервалів (різниць) між кількісними проявами даної властивості.

Шкала інтервалів складається з однакових інтервалів, має одиницю виміру і довільно обраний початок - нульову точку. За даними шкали інтервалів можна визначити не тільки те, що один розмір більший або менший за інший, але й оцінити, наскільки один розмір відрізняється від іншого. На цій шкалі можна здійснювати арифметичні дії з інтервалами: складати та віднімати їх величини.

Математичною моделлю порівняння між собою двох розмірів однієї служить вираз $Q_i - Q_j = DQ_i$, в якому при побудові шкали інтервалів з розміром Q_j порівнюються всі інші розміри Q_i .

Початок відліку (нульове значення величини) на шкалі інтервалів вибирається довільно.

Розподіл шкали на рівні частини, тобто градація шкали, теж не регламентується. Однак градація дозволяє виразити результат виміру в числовій мірі.

Градація є встановлення масштабу за шкалою інтервалів. За наявності масштабу вимір за шкалою інтервалів здійснюється підрахунком числа градацій, що є в інтервалі DQ_{ij} . Отже, градація тут є одиницею виміру.

До таких шкал відноситься літочислення за різними календарями, температурні шкали Цельсія, Фаренгейта, Рюмера, шкали часу та довжини.

Наприклад, вимірювання температур за шкалою інтервалів. Одиниця градації у разі називається градусом. На шкалі Цельсія за початок відліку прийнято реперну (опорну) точку – критичну температуру замерзання води (танення льоду). З цією температурою порівнюються всі інші температури. Однак для порівнянь обрано масштабний інтервал від нульового значення температури до температури кипіння води. Цей інтервал у разі розділений на 100 градацій. В інтервальній шкалі Рюмера для вимірювання температури як реперна точка з нульовим значенням показника також прийнята температура танення льоду, а за інтервал масштабу – температури від точки танення льоду до температури кипіння води. Проте цей інтервал масштабу поділено не так на 100 частин, як у системі Цельсія, але в 80 градацій (градусів).

Шкала стосунків. Ці шкали описують властивості емпіричних об'єктів, які задовольняють відносинам еквівалентності, порядку та адитивності, а в ряді випадків і пропорційності.

Шкала відносин – це вимірювальна шкала, де відраховується (визначається) чисельне значення вимірюваної величини N як математичне відношення певного розміру Q_i до іншого розміру Q_j , тобто.

$$N = \frac{Q_i}{Q_j}$$

Розмір Q_j , виступає як одиниця виміру, так як число N показує, скільки розмірів Q_j укладається в розмірі Q_i . При необхідності дотримання єдності

(тотожності, однаковості) вимірів як розмір Q використовують узаконену одиницю виміру $[Q]$. В такому випадку

$$N = \frac{Q_i}{Q}$$

Шкала відносин є шкалою інтервалів із природним початком відліку. Шкала відносин немає негативних значень, зі значеннями N чи Q можливі всі математичні дії. Тому шкала відносин є найбільш досконалою та широко застосовуваною. Шкала відносин має природне нульове значення, а одиниця вимірів встановлюється за узгодженням. Наприклад, шкала терезів, починаючи з нульової позначки, може бути градуйована по-різному залежно від необхідної точності зважування.

Абсолютні шкали мають визначення одиниці виміру фізичної величини.

Умовні шкали – це шкали фізичних величин, вихідні значення яких виражені в умовних одиницях, іноді називають не метричними. До них відносяться шкали твердості мінералів та металів.

Шкала засобу вимірювань – це впорядкована сукупність відміток та цифр, що відповідає ряду послідовних значень вимірюваної величини.

У шкалі Цельсія за початок відліку прийнята температура танення льоду, а основним інтервалом (опорної точки) – температура кипіння води. Одна сота частина цього інтервалу – градус Цельсія ($^{\circ}\text{C}$) є одиницею температури.

5. ВИБІР НОМЕНКЛАТУРИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ПРОДУКЦІЇ

Номенклатуру показників якості продукції встановлюють з урахуванням призначення та умов її застосування, вимог споживачів (замовників), основних вимог до показників якості продукції та сфери їх застосування.

При виборі номенклатури показників якості визначають:

- групу однорідної продукції та підгрупи та види, що входять до неї;
- номенклатуру груп показників якості;
- номенклатуру показників якості груп та підгруп.

Вихідну номенклатуру показників якості продукції встановлюють за рекомендаціями табл. 5.1:

Таблиця 5.1

Застосовність основних показників якості за класами та групами продукції

Показники якості продукції	Перший клас продукції			Другий клас продукції	
	1 група	2 група	3 група	1 група	2 група
1. Призначення	+	+	+	+	+
2. Економічні	+	+	+	+	+
3. Надійності: безвідмовності довговічності ремонтпридатності збереження	- - - +	- - + +	- - + +	+ + - +	+ + + +
4. Ергономічні	-	+	+	+	+
5. Естетичні	-	+	+	+	+
6. Технологічності	+	+	+	+	+
7. Транспортабельності	+	+	+	+	+
8. Стандартизації та уніфікації	-	-	+	+	+
9. Патентно-правові	-	+	+	+	+
10. Екологічні	+	+	+	+	+
11. Безпеки	+	+	+	+	+

5.1. Вибір аналогів та формування базових зразків

Однією з процедур оцінки ТУ є визначення та прийняття як зразкових чисельних значень ПК зразка техніки, який приймається за еталон і відповідає кращим Н-Т досягненням на даний момент часу. Ця процедура називається встановлення базового зразка.

Залежно від конкретної мети оцінки базові зразки (БО) розрізняють три види:

- базові зразки, що відображають перспективні вимоги, встановлені на певний майбутній період - використовуються для оцінки ТУ при плануванні, розробці перспективної нової промислової продукції (це є модель, образ продукції на майбутній період);

– базові зразки, що відображають найвищий світовий рівень на даний період часу (найкращі реальні зразки), застосовується для оцінки ТУ продукції при постановці її на виробництво та модернізації, а також при атестації продукції;

– базові зразки вітчизняного виробництва, що відображають найвищі науково-технічні досягнення та відповідають потребам та можливостям народного господарства.

Встановлюється якщо немає зарубіжного аналога, а також для оцінки виробничої можливості підприємства.

Для встановлення базового зразка спочатку підбирають групу аналогічних виробів – групу аналогів (8–15 таких зразків).

Аналог – продукція вітчизняного чи зарубіжного виробництва, подібна до порівнюваного виробу, що має схожість функціонального призначення та умов застосування.

Аналоги вибираються з нової продукції, що випускається вітчизняною та зарубіжною промисловістю, і перспективних зразків тієї ж групи однорідної продукції, що розробляються. За відсутності прямих аналогів можна розглянути непрямі аналоги, близькі за призначенням.

Значення параметрів аналогів встановлюють так:

– для зарубіжних зразків – за довідниками, каталогами, проспектами провідних фірм, протоколами вимірювань, розрахунків та випробувань, міжнародними стандартами;

– для вітчизняних зразків, що перебувають у розробці – на основі вимог, встановлених у ТЗ, актів експертних чи приймальних комісій;

– для вітчизняних зразків, що у виробництві – з урахуванням технічних умов про поставки.

Базовий зразок вибирається з попередньо відібраної групи аналогів, включаючи виріб, що оцінюється.

За відсутності аналога в основу оцінки ТУКП покладено:

- Принцип максимуму корисного ефекту від використання зразка продукції, тобто принцип максимального (мінімального) значення узагальненого показника ТУКП.

- принцип максимального відношення корисного ефекту від використання зразка продукції за заданий термін служби до повних витрат суспільно необхідної праці для досягнення зазначеного ефекту, тобто принцип максимуму інтегрального показника якості продукції.

5.2. Класифікація показників якості продукції

Основними об'єктами розгляду цієї дисципліни є промислова продукція (верстати, машини, сировина, матеріали) та послуги (розробка проекту, постачання комплектуючих матеріалів, навчання кадрів).

Вся промислова продукція з метою оцінки її рівня якості (технічного рівня) поділяється на два класи:

Перший клас - споживана продукція (продукція, що витрачається при використанні) поділяється на три групи:

- 1-а - сировина і природні палива, (нафта, газ, вугілля, дорогоцінні метали, корисні копалини і т. п.);

- 2-а – матеріали та продукти (прокат, лісоматеріали, штучне паливо, олії та мастила, хімічні продукти, харчові продукти, миючі засоби та ін.);

- 3-тя – видаткові вироби (рідке паливо у бочках, балони з газами, кабелі у котушках, консерви у банках, кондитерські вироби тощо).

Другий клас: експлуатована (продукція, що витрачає свій ресурс – продукція використовується до технічного чи морального зношування) складають дві групи:

- 1-а – неремонтовані вироби (електровакуумні та напівпровідникові прилади, резистори, конденсатори, підшипники, шестерні, болти, гайки тощо);

- 2-а – вироби, що ремонтуються (технологічне обладнання, автоматичні лінії, вимірювальні прилади, транспортні засоби тощо);

Для вибору методів оцінки ТУ та якості промислової продукції поділяють на:

Однорідну – вироби одного виду, одного класу та призначення.

Різноманітну - сукупність виробів, призначених для досягнення певної виробничої мети. Це можуть бути різноманітні технологічні машини, що становлять технологічний комплекс або систему машин виробничого процесу. З іншого боку, якщо підприємство чи фірма випускає кілька типів виробів, воно створює різноманітну продукцію.

5.3. Показник, параметр та ознака якості продукції

Кожен вид продукції має низку специфічних властивостей (об'єктивна особливість продукції), що дозволяють відрізнити його від будь-якого іншого.

Для оцінки технічного рівня та якості продукції (сукупність властивостей) застосовуються такі поняття:

- Ознака продукції ПрП;

- Показник якості продукції ПКП;

- Параметр продукції ПП.

Ознака продукції (ПрП) – це якісна чи кількісна характеристика будь-яких властивостей чи станів продукції.

До якісних ознак можна віднести колір матеріалу, форму виробу, наявність на поверхні деталі декоративного покриття, спосіб кріплення деталей (зварювання, клепка), налаштування або регулювання пристроїв. Якісні ознаки можуть мати альтернативний характер, тобто мають лише два взаємовиключні варіанти, і багатоваріантний.

Кількісна ознака дає числову характеристику окремих властивостей (кут заточування різця, вантажопідйомність автомобіля тощо).

Під параметром продукції (ПП) розуміється кількісна характеристика будь-яких властивостей чи станів продукції. Це загальне поняття, ніж ПКП.

Показником якості продукції (ПКП) називається кількісна характеристика однієї або декількох властивостей продукції, що становлять її якість, що розглядається стосовно певних умов її створення та експлуатації.

ПКП чисельно характеризує ступінь прояви певної якості, що входить до складу якості. ВКП є основою оцінки якості продукції.

Для узагальненої оцінки ТУ та КП кількість показників має бути обмеженою.

5.4. Взаємозв'язок ознак, параметрів та показників якості продукції

Якісні характеристики тісно пов'язані з кількісними (рис. 5.1):



Рис. 5.1. Взаємозв'язок ознак, параметрів та показників якості продукції

5.5. Класифікація показників якості продукції

За кількістю властивостей, що характеризуються.

Перший ознака класифікації служить застосування ПКП у різних методах оцінки ТУ і КП.

1. Поодинокі показники, що характеризують одну з властивостей продукції, можуть відноситися як до одиниці продукції, так і до сукупності одиниць однорідної продукції, наприклад:

напрацювання виробу на відмову (годинник), питома витрата палива (г/л. с.), потужність (кВт), максимальна швидкість руху (км/год).

2. Комплексні показники характеризують разом кілька простих властивостей чи одне складне, що з кількох простих.

Наприклад: коефіцієнт готовності виробу (Кг), який характеризує дві властивості – безвідмовність та ремонтпридатність.

Розподіл показників на одиничні та комплексні є умовним через умовність поділу властивостей продукції на прості та складні та в різних умовах оцінки.

3. Узагальнений показник якості (Q) – це комплексний середньоарифметичний чи середньгеометричний показник, що характеризує кілька близьких за значимістю (вагомістю) властивостей (параметрів).

Середній арифметичний показник якості (U) – сумарний комплексний показник, що враховує вагомість кожного з одиничних (абсолютних або питомих) показників властивостей.

Середній зважений геометричний показник (V) – комплексний показник кількох суттєвих властивостей продукції; що враховує взаємовплив параметрів вагомості всіх одиничних (абсолютних або питомих) показників, що входять до нього.

Коефіцієнт вагомості показника якості продукції - кількісна характеристика значущості даного показника якості продукції серед інших показників її якості.

4. Інтегральні показники відображають відношення сумарного корисного ефекту від експлуатації продукції до сумарних витрат на її створення та експлуатацію.

Визначальний показник якості продукції – показник, яким приймають рішення про оцінку її якості.

Показники якості формують зверху вниз сходами ієрархії за умови, що знизу вгору надходить необхідна цього інформація.

В ієрархічній схемі загальний показник якості КП є функція складових z_i :

$$КП_k = f(КП_i).$$

У свою чергу, z_i функціонально пов'язаний із визначальними параметрами x_j .

Укрупнення показників виробляється з урахуванням синтезу показників від одиничного до комплексного різних ієрархічних рівнів.

5.6. Класифікація показників якості продукції за властивостями, що характеризуються.

Друга ознака класифікації ПКП характеризує властивості продукції, що входять до складу її якості - служить для вибору та обґрунтування НПКП.

1. ПОКАЗНИКИ ПРИЗНАЧЕННЯ характеризують властивості продукції, що визначають основні функції, для виконання яких вона призначена, та обумовлюють (визначають) сферу її застосування.

Показники призначення поділяються на: класифікаційні показники, показники функціональної та технічної ефективності, конструктивні показники, показники складу та структури.

2. ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ. Надійність – це властивість виробу ВИКОНАННЯ ЗАДАНИХ ФУНКЦІЙ, зберігаючи в часі значення ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ.

Надійність виробу тісно пов'язані з його працездатним станом – стан об'єкта, у якому його параметри перебувають у встановлених допусках.

Надійність виробу включає такі кількісні характеристики: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та збереження.

3. ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНОСТІ (економного використання ресурсів) – це показники, що характеризують витрата матеріальних ресурсів

при виготовленні та експлуатації виробу: маса виробу, витрата палива на одиницю корисної дії, кількість операторів, які обслуговують агрегат.

4. **ПОКАЗНИКИ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ** характеризують властивості продукції, що зумовлюють оптимальний розподіл витрат, матеріалів, праці та часу при технологічній підготовці виробництва, виготовлення та експлуатації виробу.

5. **ЕРГОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ** – показники, що характеризують якість виробу з погляду пристосованості її до експлуатації людиною.

Вони поділяються на такі групи: гігієнічні, антропометричні, фізіологічні, психологічні.

6. **ЕСТЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ** характеризують естетичні властивості виробу – інформаційно-художню виразність виробу, раціональність форми, цілісність композиції:

7. **ПОКАЗНИКИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА УНІФІКАЦІЇ** характеризують насиченість виробу стандартними, уніфікованими та оригінальними складовими частинами (деталі, вузли, агрегати, комплекти та комплекси).

8. **ПАТЕНТНО-ПРАВОВІ ПОКАЗНИКИ** характеризують патентний захист та чистоту продукції (технічних рішень, використаних у виробі), її конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринку.

9. **ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ** визначають рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище у процесі експлуатації виробу. Ці дії проявляються у вигляді шкідливих викидів в атмосферу, забруднення води та землі.

10. **ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕКИ** характеризують безпеку обслуговуючого персоналу та об'єктів, що сполучаються при зверненні та експлуатації виробу. (Міцність кабіни автомобіля, стійкість трактора...)

11. **ПОКАЗНИКИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТІ** характеризують пристосованість продукції до транспортування, тобто переміщення у просторі, а також до підготовчих та інших операцій, пов'язаних із транспортуванням. Показники цієї групи вибирають стосовно конкретного виду транспорту (залізничного, повітряного, водного, автомобільного тощо).

5.7. Норми та вимоги до показників якості продукції

Норми. Норми та вимоги до ПКП встановлюються стандартами ТУ та стандартами ТТ.

У стандартах нормуються значення показників якості.

Регламентоване стандартом значення ПКП, від якого відраховується відхилення, що допускається, називається **НОМІНАЛЬНИМ** значенням.

ДОПУСКАЄ відхилення - відхилення фактичного значення ПКП від номінального. Допустиме відхилення може характеризуватись, наприклад, глибиною та площею вм'ятин, подряпин на поверхні виробу, а також їх числом.

Відхилення від наведених у стандарті норм формулюється у вигляді «не повинно бути більше» або «має бути не більше».

Повнота номенклатури нормованих та контрольованих ПКП забезпечується стандартами на номенклатуру показників якості відповідних видів продукції.

Основні вимоги до ВКП. ВКП повинні відповідати таким основним вимогам:

- сприяти забезпеченню відповідності якості продукції до потреб народного господарства та населення;
- бути стабільними;
- сприяти планомірному підвищенню ефективності виробництва, тобто повинні бути оптимальні (тобто при заданих витратах виробника забезпечується досягнення максимально корисного ефекту для споживача);
- враховувати сучасні досягнення науки та техніки та основні напрямки технічного прогресу у галузях народного господарства;
- характеризувати всі властивості продукції, що зумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до її призначення;
- відповідати вимогам збалансованості показників якості сировини, матеріалів, комплектуючих виробів та кінцевої продукції, тому що існує взаємозалежність між нормами на різні показники якості одного виду продукції та між показниками якості різних видів продукції.

6. СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТЕХНІКИ І ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ЧИСЛЕННИХ ЗНАЧЕНЬ

Показники призначення характеризують ступінь відповідності виробу його цільового призначення, і навіть властивості, що визначають основні функції, до виконання яких призначено.

При визначенні показників призначення вибирають для аналізу та оцінки ТУП лише найістотніші, що характеризують найважливіші властивості продукції.

Показники призначення поділяються на такі підгрупи: класифікаційні, функціональної та технічної ефективності, конструктивні, складу та структури продукції.

6.1. Класифікаційні показники

Класифікаційні показники характеризують належність цієї продукції до певної класифікаційної групи. До них відносяться: потужність двигуна, передатне число редуктора, вміст вуглецю та легуючих елементів у сталі та ін.

Класифікація (розряд, група) – це поділ безлічі об'єктів на підмножини з їхньої подібності та (або) відмінності відповідно до прийнятих методів класифікації.

На практиці використовують 2 основні методи класифікації – фасетний та ієрархічний.

ФАСЕТНИЙ (facette – грань відшліфованого каменю) метод – представляє паралельне поділ безлічі об'єктів на незалежні класифікаційні групи – фасети. Фасети вказують на приналежність об'єктів до однієї групи, і об'єкти об'єднані по одному їх властивих їм властивостей, тобто кожна фасета характеризує лише одну зі сторін об'єктів, що класифікуються.

Приклад 1. Класифікація сталей: звичайної якості, якісні, високоякісні, особливо високоякісні.

Головними ознаками якості сталі є показники вмісту в ній шкідливих домішок елементів (сірка, фосфор).

Поряд з даною класифікацією існують і інші, наприклад, за функціональним призначенням: конструкційні та інструментальні, пружинно-ресорні та шарикопідшипникові, електротехнічні, рейкові, штампові тощо.

Ієрархічний метод (hierarchy - розташування частин або елементів цілого в порядку від вищого до нижчого) - це послідовний за структурою поділ безлічі об'єктів на підпорядковані класифікаційні групи. Тут кожен наступний ступінь класифікації конкретизує ознаку вищого ступеня.

Приклад 2. Класифікація машин: залежно від функціонального призначення всі машини класифікують за родом, класом, видом, різновидом, типом, типорозміром.

Рід - це сукупність спеціальних машин, що застосовуються в конкретній галузі виробництва, які характеризуються спільністю виконуваних функцій, технологічних процесів та технічних принципів їх дії, а також спільністю

особливостей виробничого процесу, в якому ці машини використовуються (с/г машини, металообробні верстати тощо). п.).

Клас машин - це машини певного роду, що відрізняються характером виконуваної роботи і призначені для виконання спеціальних робіт у певній галузі виробництва. Наприклад, класом с/г машин є ґрунтообробні машини або зернозбиральні.

Вид машин складають машини, що входять у певну групу та відрізняються деякими технічними ознаками. (Трактори просапні та ін.).

Різновид машин – (токарні верстати для обробки деталей діаметром до 400 мм) – сукупність певного виду машин, що характеризується спільністю безпосереднього експлуатаційного призначення.

Тип машин – машини певного виду чи групи, що відрізняються конструктивними особливостями. Однотипні машини взаємозамінні.

Типорозміри машин – машини певного типу, що відрізняються параметрами деяких технічних характеристик.

Отже, як класифікаційні показники приймаються ті, за якими можна і необхідно зробити класифікацію однорідної продукції з метою подальшого отримання кількісної оцінки рівня якості виробу.

6.2. Показники функціональної та технічної ефективності

Показники функціональної та технічної ефективності характеризують корисний ефект від експлуатації, а також прогресивність технічних рішень, реалізованих у цій продукції.

Ці показники є експлуатаційними. До них відносяться: продуктивність, точність виконання операцій, вихідна потужність, питома енергоємність роботи та ін.

Функціональні параметри технічних виробів – це, які є вихідними і характеризують технічну ефективність виконання виробом функції за призначенням.

Для аналізу та відбору найбільш суттєвих показників машини та її елементів необхідно розглянути структуру машини, взаємозв'язки її підсистем та елементів, їхню ієрархію.

Тут виявляються прямі зв'язки, які зумовлюють відповідні функціональні характеристики машини, і зворотні зв'язки, які пред'являють певні вимоги з боку зовнішнього по відношенню до середовища машини до вихідних характеристик машини і вимоги з боку вихідних характеристик машини до параметрів її елементів.

Про зміст функціональних показників та показників технічної ефективності не можна говорити узагальнено, тобто безвідносно до конкретного об'єкта дослідження та його призначення.

Об'єкт, його сутність, принцип дії і т. д. визначають перелік і зміст показників, що характеризують функціональну та технічну ефективність об'єкта дослідження.

6.3. Конструктивні показники

Конструктивні характеризують основні проектно-конструкторські рішення, зручність монтажу та встановлення, можливість агрегування та взаємозамінності продукції.

Для продукції, яку розроблено конструкторська документація, застосування конструктивних показників в оцінці рівня якості обов'язково.

До конструктивних показників відносяться: габаритні та приєднувальні розміри, коефіцієнт збірності (блочності), рівень механізації або автоматизації роботи виробу, коефіцієнт ефективності взаємозамінності окремих частин виробу тощо.

6.4. Показники складу та структури продукції

Склад та структури продукції – виражають кількість в оброблених матеріалах домішкових хімічних елементів та структурні стани цих матеріалів.

До них відносяться: ефективність обробки сировини або матеріалів, масова частка компонентів, концентрація різних домішок у газоподібних та рідких середовищах, коефіцієнт механізації або автоматизації та ін.

Показники складу та структури технічних виробів входять до підгрупи конструктивних показників. А показники складу та структури різних матеріалів та зв'язок їх із споживчими властивостями розглядаються самостійно в силу їх специфічності (відсотковий вміст однієї речовини в іншій, концентрація домішки в розчинах та ін.).

Показники призначення відіграють важливу роль в оцінці якості, на їхній основі часто будують критерії оптимізації процесу управління якістю продукції, які використовуються для знаходження найкращих управлінських рішень. Слід зазначити, що неможливо розробити постійну номенклатуру показників призначення, придатну всім видів продукції.

Галузеві документи щодо оцінки рівня якості містять переліки найчастіше вживаних показників призначення продукції галузі.

6.5. Показники надійності

Найважливішою технічною характеристикою якості є надійність.

Слово надійність пов'язане з поняттям надії на тривалу та безвідмовну роботу. Крім того, у самому понятті надійності полягає елемент деякої невпевненості та невизначеності. Тому надійність виробів оцінюється імовірнісними характеристиками, що ґрунтуються на статистичній обробці експериментальних даних.

Складність кількісної оцінки надійності досліджуваного виробу полягає в тому, що ця властивість виробів зазвичай відноситься до їхнього майбутнього існування, інакше кажучи, характеристики надійності носять по відношенню до кожного конкретного виробу прогностичний характер.

Надійність одна із основних властивостей продукції.

Чим відповідальніші функції продукції, тим вищими повинні бути вимоги до надійності. Недостатня надійність виробу призводить до великих витрат на ремонт та підтримання їхньої працездатності в експлуатації.

Надійність виробів багато в чому залежить від умов експлуатації: вологості, механічних навантажень, температури, тиску та ін.

НАДІЙНІСТЬ – це властивість виробу виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення експлуатаційних показників.

Надійність виробу включає такі кількісні характеристики: безвідмовність, довговічність, ремонтопридатність та збереження.

1. **БЕЗВІДМОВНІСТЬ** – властивість виробу безперервно зберігати працездатний стан протягом деякого часу.

Працездатний стан (працездатність) – стан виробу, у якому його параметри перебувають у встановлених нормативно-технічної документацією (НТД) допусках.

Показниками безвідмовності є (поодинокі показники):

- Можливість безвідмовної роботи - $P(t)$;
- Середнє напрацювання до відмови - $T_{\text{ср}}$;
- Середнє напрацювання на відмову - T_e ;
- середнє напрацювання між відмовами – T ;
- Інтенсивність відмов - $I(t)$;
- потік відмов відновлюваного виробу – $I_1(t)$;
- Середня частота відмов - $w(t)$;
- Можливість відмов - $Q(t)$.

Імовірність безвідмовної роботи є однією з найбільш значущих характеристик надійності виробу, оскільки вона охоплює всі фактори, що впливають на надійність. Для обчислення ймовірності безвідмовної роботи використовуються дані, що накопичуються шляхом спостережень за роботою під час експлуатації або спеціальних випробувань.

Для визначення значення ймовірності безвідмовної роботи виробів використовують формулу середньостатистичного значення:

$$P(t) = \frac{N - N_0}{N} = \frac{N_p}{N},$$

де N - Число спостережуваних виробів;

N_0 - кількість виробів, що відмовили, за час t ;

N_p - Число працездатних виробів до кінця часу t випробувань або експлуатації.

Розрахунок середньостатистичного часу напрацювання до відмови (середнього часу безвідмовної роботи) за результатами спостережень визначають за формулою

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum t_i}{N},$$

де t_i - час безвідмовної роботи i -го виробу, год.

2. **ДОВГОВІЧНІСТЬ** – властивість виробу зберігати працездатність до настання граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування та ремонтів.

Показники довговічності:

- Середній ресурс (тобто середній час роботи до досягнення граничного стану) - T_p ;
 - Гамма-відсотковий ресурс - $T_{p\gamma}$;
 - Призначений ресурс - $T_{p.n.}$;
 - встановлений ресурс – $T_{p.y.}$;
 - Середній термін служби (календарний час до досягнення граничного стану) - $T_{сл}$;
 - гамма-відсотковий термін служби – $T_{сл\gamma}$;
 - призначений термін служби – $T_{сл.n.}$;
 - Встановлений термін служби - $T_{сл.y.}$
- Середній ресурс виробу:

$$T_p = \frac{\sum T_{pi}}{N_p},$$

де T_{pi} - ресурс і-го об'єкта, год;

N_p – кількість виробів, поставлених на випробування чи експлуатацію.

Середній термін служби:

$$T_{сл} = \frac{\sum T_{сли}}{N_{сл}},$$

де $T_{сли}$ - термін служби і-го виробу, років.

Надійність і довговічність обумовлені настанням таких подій, як ушкодження чи відмова, а також напрацювання та технічний ресурс.

Пошкодження – подія, яка полягає у порушенні справності виробу.

Відмова – подія, у результаті відбувається повна чи часткова втрата працездатності виробу.

Відмови класифікуються:

- З причин виникнення;
- За характером виникнення;
- За характером прояву;
- По можливості усунення.

Напрацювання – тривалість (година, цикл) або обсяг роботи виробу (т, км тощо).

Ресурс – сумарне напрацювання виробу від початку його експлуатації або відновлення після ремонту до переходу в граничний стан.

Граничний стан – стан виробу, у якому його подальша експлуатація неприпустима за вимогами безпеки чи з економічних міркувань. Граничний стан настає внаслідок вичерпання ресурсу чи аварійної ситуації.

Термін служби – календарна тривалість експлуатації виробів або її відновлення після ремонту від початку його застосування до граничного стану.

3. РЕМОНТОПРИГОДНІСТЬ - це властивість виробу, що полягає в пристосованості до підтримки та відновлення працездатного стану.

Відновлення – процес виявлення та усунення відмови (пошкодження) виробу з метою відновлення його працездатності (усунення несправності). Основним способом відновлення працездатності є його ремонт.

Показники ремонтпридатності:

- Середній час відновлення - T_v ;
- Імовірність відновлення - $P_v(t)$;
- Коефіцієнт ремонтосложності - R .

Час відновлення – основний показник ремонтпридатності, що характеризує календарну тривалість операцій із відновлення працездатного стану виробу чи профілактичних операцій із технічного обслуговування.

Середній час відновлення:

$$T_v = \frac{\sum T_{вк}}{m},$$

де $T_{вк}$ – час відновлення k -го об'єкта, рівне сумі часу витраченого відшукування відмови t_0 , і часу t_u з його усунення, год;

m – кількість відмов виробу за цей термін випробувань чи експлуатації.

4. ЗБЕРЕЖНІСТЬ – властивість виробу зберігати працездатність при зберіганні та транспортуванні або в перервах між використанням за призначенням.

Показники збереження:

- Середній термін збереження - T_c ;
 - гамма-відсотковий термін зберігання – $T_{c\gamma}$;
 - призначений термін зберігання – $T_{c.n.}$;
 - встановлений термін зберігання – $T_{c.y.}$.
- Середній термін зберігання технічного виробу:

$$T_c = \frac{\sum T_{ci}}{N},$$

де T_c – термін зберігання i -го виробу, год.

Терміном зберігання називається календарна тривалість зберігання та (або) транспортування виробу в заданих умовах, протягом і після якої значення показників якості залишаються у встановлених межах.

Крім розглянутих показників із надійністю виробу пов'язані такі поняття: справність, несправність.

Справність – стан виробу, у якому він на даний час відповідає всім вимогам, встановленим щодо його параметрів якості.

Несправність – стан виробу, у якому він у час часу відповідає хоча б одній із вимог, характеризуючих нормальне виконання заданих функцій.

Отже, безвідмовність як одна з найважливіших складових надійності, що характеризується закономірностями виникнення відмов, а ремонтпридатність – закономірностями їхньої

попередження та усунення. Довговічність визначається інтенсивністю та тривалістю дії цих закономірностей, їх постійними змінами у допустимих межах протягом усього терміну служби.

5. КОМПЛЕКСНІ ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ

Для характеристики надійності застосовуються комплексні показники, що обчислюються за даними поодиноких показників.

Коефіцієнт готовності K_g – характеризує ймовірність того, що виріб виявиться працездатним у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких застосування виробу не передбачається.

Коефіцієнт технічного використання $K_{т.в}$. - Відношення математичного очікування напрацювання виробу за деякий період експлуатації до суми математичних очікувань напрацювання, тривалості технічних обслуговувань, планових ремонтів та непланових відновлень за той же період експлуатації:

$$K_{т.в} = \frac{T_o}{T_o + \tau_{т.о.} + \tau_p + \tau_v},$$

де T_o - середнє напрацювання на відмову, год;

$\tau_{т.о.}$ - Тривалість технічних обслуговувань, год;

τ_p – тривалість планових ремонтів, год;

τ_v – тривалість непланових відновлень, год.

Коефіцієнт оперативної готовності – $K_{ог}$. - Імовірність того, що виріб виявиться працездатним у довільний момент часу t , починаючи з цього моменту, працюватиме безвідмовно протягом заданого інтервалу часу.

$$K_{ог} = K_g P(t_0 t_1),$$

де $P(t_0 t_1)$ - ймовірність безвідмовної роботи виробу в інтервалі $(t_0 t_1)$;

t_0 - момент часу, з якого виникає необхідність застосування виробу за призначенням;

t_1 – момент часу, коли застосування виробу за призначенням припиняється.

6.6. Показники технологічності

Показники технологічності характеризують властивості продукції, що зумовлюють оптимальний розподіл витрат матеріалів, праці, фінансових засобів та часу при технологічній підготовці виробництва, виготовленні та експлуатації виробу.

Узагальненими показниками технологічності виробів є трудомісткість, матеріаломісткість, енергоємність і собівартість.

Одиничними показниками технологічності можуть бути різні характеристики процесу виготовлення виробу.

Розрізняють та оцінюють технологічність створення та технологічність експлуатації.

Виробнича технологічність – ступінь відповідності конструкції виробу оптимальним виробничо-технологічним умовам його виготовлення за

заданого обсягу випуску. Технологічною вважається така конструкція виробу, яка задовольняє експлуатаційним вимогам та створення якої за необхідного обсягу виробництва відбувається з найменшими витратами та у найкоротші терміни.

Експлуатаційна технологічність виробу проявляється у скороченні витрат праці та коштів на виконання робіт при використанні виробу за його функціональним призначенням, а також на його технічне обслуговування та ремонт.

Розглянемо основні показники технологічності.

1. ПОКАЗНИКИ ТРУДОЄМНОСТІ. Трудомісткість - кількість праці в людино-годинах, що витрачається на технологічний процес виготовлення продукції або виконання робіт.

Штучна трудомісткість, що характеризується штучним часом:

$$t_{\text{шт}} = t_o + t_b + t_{\text{т.о.}},$$

де t_o - основний (технологічний) час, год;

t_b - допоміжний час, год;

$t_{\text{т.о.}}$ - Час технологічного обслуговування, год.

Тут

$$t_o = \frac{F}{N_{\text{пр}}},$$

де F - заданий час роботи, год;

$N_{\text{пр}}$ - Число виготовленої продукції в шт.

Сумарна трудомісткість (рівна сумі трудомісткості за окремими операціями)

$$\sum T = \sum t_i;$$

– питома трудомісткість

$$T_{\text{уд}} = \frac{T_{\text{н.п.}}}{B},$$

де T_i - трудомісткість виготовлення одиниці продукції, норма-година,

B – основний параметр продукції (тобто один із показників призначення);

- Відносна трудомісткість

$$T_{\text{отн}} = \frac{t_i}{T_{\text{н.п.}}}.$$

2. ПОКАЗНИКИ МАТЕРІАЛОЄМНОСТІ ВИРОБИ – характеризують кількість матеріалу, витраченого з його виготовлення:

- Сумарна (загальна) матеріаломісткість

$$M = \sum m_i;$$

- Питома матеріаломісткість

$$M_{\text{уд}} = \frac{M}{B},$$

де M - Маса одиниці продукції, кг;

- Відносна матеріаломісткість

$$M_{\text{отн}} = \frac{m_i}{M}$$

До основних показників технологічності продукції відносять: - Коефіцієнт збірності (блочності) виробу - виражає простоту монтажу виробу; він являє собою частку конструктивних елементів, що входять в блоки, що специфікуються, в загальній кількості елементів, що входять безпосередньо до складу виробу;

- Коефіцієнт використання раціональних матеріалів - визначається в тих випадках, коли в конструкції виробу з технічної та економічної точок зору доцільно максимально використовувати окремі види матеріалів.

Крім розглянутих показників як додаткові можуть бути використані й інші показники.

6.7. Ергономічні показники

Ергономічні показники – показники, що характеризують якість виробу з погляду пристосованості її до експлуатації людиною.

Вони поділяються на такі групи:

– гігієнічні – показники, що використовуються при визначенні відповідності виробу гігієнічним умовам роботи людини з виробом. Це освітленість, температура, вологість, випромінювання, вібрація, шум тощо;

– антропометричні – показники, що використовуються при визначенні відповідності виробу розмірам та формі та вазі людини, яка працює з цим виробом. Це кут нахилу спинки сидіння, відстані до важелів керування тощо;

– фізіологічні – показники, що характеризують відповідність виробу силовим, швидкісним та іншим можливостям людини;

– психологічні – показники, що характеризують відповідність виробу можливостям сприйняття та переробки інформації.

6.8. Показники стандартизації та уніфікації

Показники стандартизації та уніфікації характеризують насиченість виробу стандартними, уніфікованими та оригінальними складовими частинами (деталі, вузли, агрегати, комплекти та комплекси).

Ці показники дозволяють визначити рівень конструктивного однаковості виробу. Вони свідчать про можливість застосування мінімально необхідної кількості типорозмірів складових частин виробу з метою підвищення якості продукції та ефективності виробництва.

Для застосування типових методів розрахунку показників якості цієї групи складові частини виробів прийнято поділяти на стандартні, уніфіковані та оригінальні.

До стандартизованих відносяться складові вироби, що випускаються за міжнародними, державними та галузевими стандартами.

До уніфікованих відносяться складові вироби, які використовуються, принаймні, у двох різних виробках, що випускаються одним підприємством;

До оригінальних відносяться складові вироби, розроблені тільки для даного виробу.

До показників стандартизації та уніфікації відносяться коефіцієнти застосовності, повторюваності, взаємної уніфікації для груп та групи виробів.

Основними показниками стандартизації та уніфікації є:

- Коефіцієнт застосування за типорозмірами складових частин:

$$K_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{T}} - Q_{\text{T.ор}}}{Q_{\text{T}}} \cdot 100\%,$$

де Q_{T} - загальна кількість типорозмірів складових частин у виробі;

$Q_{\text{T.ор}}$ - кількість оригінальних типорозмірів складових частин у виробі;

- Коефіцієнт застосування по складових частинах (у штуках):

$$K_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{шт}} - Q_{\text{шт.ор}}}{Q_{\text{шт}}} \cdot 100\%,$$

де $Q_{\text{шт}}$ - загальна кількість складових частин у виробі;

$Q_{\text{шт.ор}}$ - кількість оригінальних складових частин у виробі;

- Коефіцієнт повторюваності:

$$K_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{шт}}}{Q_{\text{T}}} \cdot 100\%;$$

– вартісний коефіцієнт застосування:

$$K_{\text{с}} = \frac{C_{\text{об}} - C_{\text{о}}}{C_{\text{об}}} \cdot 100\%,$$

де $C_{\text{об}}$ - загальна вартість виробу;

$C_{\text{о}}$ – вартість складових частин виробу, що входять до оригінальних типорозмірів.

7. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ВАЖКОЇ (ЗНАЧИМОСТІ) ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ І ВИБІР БАЗОВИХ ЗНАЧЕНЬ

Параметри вагомості показників якості відіграють важливу роль в оцінці та істотно впливають на кінцевий результат розрахунку. Серед основних методів визначення параметрів вагомості слід зазначити такі:

- Експертний;
- Граничних та номінальних значень;
- Еквівалентних співвідношень;
- вартісних регресійних залежностей (вартісний).

Кожен з них має свої особливості, переваги і недоліки. Для умов ринку (коли потрібна оцінка на базі безлічі показників для певного періоду, конкретного сегмента тощо) найбільш кращим методом для вирішення завдань з оцінки якості є експертний метод.

7.1. Експертний метод

Показники вагомості розраховуються за формулою

$$a_i = f \left(\frac{\sum_{k=1}^N a_{ik}}{N_{\text{екс}}} \right),$$

де $N_{\text{екс}}$ - кількість експертів, що беруть участь в експертизі, чол.;

a_i - коефіцієнт вагомості i -го показника якості;

a_{ik} - чисельна величина вагомості i -го показника якості, дана k -м експертом.

При експертному визначенні параметрів вагомості показників якості, як і багатьох інших завдань, найбільшого поширення набули методи переваги (рангів), оцінювання та зіставлення. Застосування експертних методів для визначення параметрів (коефіцієнтів) вагомості показників вимагає дотримання правил та виконання тих самих експертних процедур, що й при використанні експертних методів.

За методом переваги (рангів) кожен експерт, передбачаючи всю обрану номенклатуру показників якості продукції, що оцінюється, проводить нумерацію (ранжування) вагомості показників у порядку їх переваги, важливості. Найменш важливому показнику присвоюється номер 1, наступному за важливістю - 2, і т. д., тобто найважливіший показник отримує останній номер, найнезначніший - перший.

При такому розташуванні показників якості параметри вагомості a_{ik} кожного i -го показника, визначені k -м експертом, розраховуються за формулою

$$a_i = \frac{M_{ik}}{\sum_{i=1}^n M_{ik}},$$

де M_{ik} – номер i -ї вагомості показника якості, визначений k -м експертом;
 n – число показників якості, що враховуються.

Проводимо розрахунок параметрів вагомості показників якості, за даними всіх експертів, що беруть участь у роботі N :

$$a_i = \frac{\sum_{k=1}^N M_{ik}}{n \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^N M_{ik}}$$

або

$$a_i = \frac{\sum_{k=1}^N a_{ik}}{N_{\text{екс}}}.$$

Метод оцінювання (приписування балів) передбачає ранжування експертом важливості кожного показника якості шляхом бальної оцінки за певною шкалою балів. Найважливішому показнику експерт може надати максимальну кількість балів.

За цим методом коефіцієнт вагомості визначається за формулою

$$a_i = \frac{\sum_{k=1}^N M_{ik}}{n \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^N M_{ik}},$$

де M_{ik} - оцінка вагомості i -го показника k -м експертом у балах.

За потреби експерт може оцінювати вагомість показників не лише цілими, а й дробовими числами.

Визначення параметрів вагомості експертним методом зіставлень проводять парним та послідовним зіставленнями. При парному зіставленні експерт порівнює показники якості з їхньої важливості попарно, встановлюючи у кожній парі найбільш вагомий. Розрахунок параметрів вагомості проводиться за формулою

$$a_i = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^N C_{i/i'k}}{C \cdot N_{\text{екс}}},$$

де $C_{i/i'k}$ – кількість переваг вагомості i -го показника якості над i' -м показником якості, зроблене k -м експертом.

На результат парного зіставлення можуть вплинути психологічні чинники - перевагу іноді отримує не той показник, який дійсно важливіший, а той, який у переліку пар записаний першим, тому проводити парне зіставлення доцільно та у зворотному порядку.

Сутність експертного методу послідовних зіставлень ось у чому. Експерти мають у своєму розпорядженні всі показники якості в порядку їх вагомості (як при методі переваг). Попередньо показникам якості надаються бальні оцінки їх вагомості від 1 до 0, тобто $0 \leq a_i \leq 1$. Вагомість найважливішого показника оцінюється як 1, решті всіх показників у порядку зменшення їх значущості присвоюються оцінки від 1 до 0. При визначенні експертом

вагомості найважливішого показника має дотримуватися умова $a_1 > \sum_{i=2}^n a_i$; якщо воно не дотримується, експерт збільшує a_1 до величини, що задовольняє цю умову.

Вагомість другого, третього і т. д. та передостаннього $(n-1)$ визначається аналогічно вагомості першого показника. Обробка та визначення параметрів вагомостей, за даними всіх експертів, що беруть участь у роботі, може проводитись за формулою методу оцінювання.

Узгодженість думок експертів щодо вагомості всіх показників якості чи інших об'єктів експертизи визначається за допомогою тих самих коефіцієнтів конкордації. Якщо для оцінки вагомості показників експертним методом ранг не визначається, для розрахунку коефіцієнта конкордації отримані вагомості слід перевести в ранги, приписуючи найбільшого коефіцієнта вагомості, ранг 1, наступного за важливістю – 2 і т. д., інакше оцінку узгодженості думок експертів слід проводити за критерієм згоди

$$D = 1 - \frac{\sum_{k=1}^N b_k}{N_{\text{екс}}},$$

де

$$b_k = \frac{\sum |a_{ik} - a_i|}{2}.$$

За $D=0$ узгодженість думок експертів відсутня, а за $D=1$ – узгодженість повна.

Узгодженість думок експертів щодо вагомості кожного показника якості можна оцінити також за допомогою коефіцієнтів варіації.

$$V_i = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (a_{ik} - a_i)^2}{N_{\text{екс}} - 1}}}{a_i}.$$

Вважається, що за $V_i = (0,26 \dots 0,35)$ узгодженість думок експертів щодо вагомості i -го показника якості нижче середньої; $V_i = (0,16 \dots 0,25)$ – узгодженість середня; $V_i = (0,11 \dots 0,15)$ – узгодженість вище середньої; $V_i=0,1$ – узгодженість думок експертів висока.

При коефіцієнті варіації $V_i \leq 0,25$ думки експертів щодо вагомості показника якості вважаються узгодженими.

Незалежно від прийнятого методу у всіх випадках повинні дотримуватися наступних умов:

- 1) параметр вагомості найважливішого показника якості має найбільше значення;
- 2) показники якості однакової ваги мають рівні значення параметрів вагомості;
- 3) показник тієї якості продукції, що у задоволенні потреб вкрай низька, має найменше значення параметра вагомості.

У зв'язку з значним впливом параметрів вагомості на результати оцінки їх визначення слід проводити одночасно кількома методами. Порівняння одержаних таким чином результатів дозволить збільшити об'єктивність висновків. Використання експертних методів показало, що чим більше залучається експертів, тим вища об'єктивність результату оцінки. Однак залучення великої кількості кваліфікованих експертів та висока трудомісткість експертних робіт підвищують вартість проведення оцінок якості, тому трудомісткість робіт експертів можна зменшити, використовуючи найменш трудомісткий метод – метод рангів, який передбачає лише ранжування показників, а не їх чисельне визначення експертами. Після операцій ранжирування показників технічні працівники (без експертів) можуть визначити коефіцієнти вагомості за такою формулою, отриманої з урахуванням положень, прийнятих теорії інформації.

У деяких випадках коефіцієнти вагомості низки окремих та групових показників слід визначати на основі соціологічного методу, комплектуючи інформацію на базі оцінок реальних та потенційних споживачів. Це особливо корисно здійснювати при оцінці рівня якості виробниками при прийнятті рішень у період встановлення необхідного рівня якості, а також всіх наступних стадіях і етапах життєвого циклу продукції; слід врахувати також потреби та можливості цільового ринку на конкретний проміжок часу.

7.2. Метод граничних та номінальних значень

Цей метод використовується в тих випадках, коли відомі перевірені на досвіді гранично допустимі значення показників якості продукції даного виду, що визначають вимоги до придатної продукції або належність її до даної категорії якості. У цих випадках коефіцієнти вагомості для різних типів середніх зважених показників можна розраховувати за такими формулами:

– для середнього виваженого арифметичного показника:

$$a_i = \frac{\lambda}{\bar{p} - \tilde{p}_i};$$

– для середнього зваженого геометричного показника:

$$a_i = \frac{\lambda}{\lg \frac{\bar{p}}{\tilde{p}_i}},$$

де \bar{P} – номінальне (середнє статистичне) значення показника якості;

\tilde{P}_i – граничне значення показника якості;

λ – постійний множник.

Значення λ слід вибирати так, щоб відносні зміни середнього виваженого показника дорівнювали відповідним відносним змін витрат на виробництво та експлуатацію продукції. Для цього можна скористатися, наприклад, методом вартісних регресійних залежностей або методом еквівалентних співвідношень.

Приклад 1. Необхідно оцінити рівень якості годинника нової марки за допомогою середнього зваженого показника, званого в годинниковій, промисловості оцінним числом N . Зменшення значення відповідає поліпшенню якості годинника.

За вихідну інформацію в оцінці рівня якості приймають дані, отримані за результатами випробувань партії нового годинника. За базовий зразок приймається модель серійно випускається годинника аналогічного призначення.

Виходячи з практичного досвіду оціночну кількість, представляють у вигляді середнього зваженого арифметичного показника якості годинника

$$N = a_1 p_1 + a_2 p_2 + a_3 p_3,$$

де p_1 – ізохронна похибка, що характеризує точність ходу годинника в одному положенні при різному ступені заводки, с;

p_2 – позиційна похибка, що характеризує точність ходу годинника при зміні положення, с;

p_3 – температурний коефіцієнт, що характеризує точність ходу годинника при зміні температури, с/град.;

a_1, a_2, a_3 – коефіцієнти вагомості зазначених показників якості годинника відповідно;

Оскільки поліпшенню якості годинника відповідає зменшення оцінного числа N , то коефіцієнти вагомості визначається за формулою

$$a_i = \frac{1 / (\tilde{P}_i - \bar{P})}{\sum_{i=1}^3 1 / (\tilde{P}_i - \bar{P})},$$

де \tilde{P}_i - граничні значення показників якості годинника;

\bar{P} – номінальні значення показників якості годинника.

Для зручності розрахунків коефіцієнтів a_3 приймається рівним одиниці, а a_1, a_2 визначають за формулами:

$$a_1 = \frac{\tilde{P}_3 - \bar{P}_3}{\tilde{P}_1 - \bar{P}_1},$$

$$a_2 = \frac{\tilde{P}_3 - \bar{P}_3}{\tilde{P}_2 - \bar{P}_2}.$$

Вихідні дані для розрахунку коефіцієнтів вагомості наведено у табл. 7.1–7.2.

Таблиця 7.1

Вихідні дані для розрахунку коефіцієнтів вагомості

Граничні значення показників	Величина показників	Номінальні значення показників	Величина показників
\tilde{p}_1	150	$\bar{\bar{p}}_1$	120
\tilde{p}_2	150	$\bar{\bar{p}}_2$	78
\tilde{p}_3	8	$\bar{\bar{p}}_3$	0.8

Таблиця 7.2

Вихідні дані для розрахунку коефіцієнтів вагомості

Показники якості	Нова модель	Базова модель
p_1	93	145
p_2	82	120
p_3	5,1	6

Розрахувавши коефіцієнт вагомості a_1, a_2 за наведеними вище формулами, отримаємо

$$a_1 = \frac{8 - 0,8}{105 - 102} = 0,15;$$

$$a_2 = \frac{8 - 0,8}{150 - 78} = 0,10.$$

Оцінна кількість нової моделі

$$N = 0,15 \cdot 93 + 0,1 \cdot 82 + 51 = 27,3.$$

Оцінна кількість базового зразка

$$N_{\bar{6}} = 0,15 \cdot 145 + 0,1 \cdot 120 + 6 = 39,8.$$

Рівень якості нової моделі годинника визначають як відношення оціночних чисел

$$\frac{N_{\bar{6}}}{N} = \frac{39,8}{27,3} = 1,46.$$

Таким чином, рівень якості нової моделі годинника приблизно в 1,5 рази вище рівня якості базового зразка.

7.3. Метод еквівалентних співвідношень

Цей метод застосовується у випадках, коли вдається обґрунтувати, якій відносній зміні кількості продукції $\Delta\xi/\xi$ еквівалентно, з погляду загального ефекту від використання продукції за призначенням, що розглядається

відносна зміна даного показника якості $\frac{\Delta p_i}{\bar{p}_i}$ або на скільки відсотків можна, наприклад, зменшити кількість одиниць продукції, щоб забезпечити ті ж потреби при збільшенні даного показника якості на 1%.

У цих випадках коефіцієнти вагомості для середніх зважених геометричних показників якості знаходять за формулою

$$a_i = \frac{\Delta\xi/\xi}{\Delta p_i / p_i}, i = 1, \dots, m.$$

Найбільш важливим є випадок, коли однакові відносні зміни кількості продукції еквівалентні деяким її показникам якості. Тут коефіцієнти вагомості всім показників якості, які мають зазначеним властивістю, можна прийняти рівними одиниці.

Приклад 2. Нехай T – середній ресурс електроламп даного типу, ξ_T – число, що визначається умовою заміни ламп, що вийшли з ладу. Збільшення T на 1% дозволить забезпечити ті ж потреби при числі ламп, менших на 1%. Отже, відносна зміна середнього ресурсу тут еквівалентна такій же відносній зміні числа електроламп. Коефіцієнт вагомості ресурсу електроламп при обчисленні середнього зваженого геометричного показника можна прийняти рівним одиниці.

7.4. Метод вартісних регресійних залежностей

Цей метод заснований на побудові наближених залежностей між витратами на виробництво та експлуатацію продукції цього виду (або пропорційними їм показниками) та показниками якості продукції. Метод доцільно застосовувати у тих випадках, коли наявна кількість порівнюваних варіантів продукції досить велика і перевищує кількість обраних показників.

Вид залежності, як правило, вибирають відповідно до використовуваного комплексного показника якості. Наприклад, для середнього зваженого геометричного показника для побудови регресійної залежності між витратами та показниками якості слід використовувати наступний вираз:

$$\lg \frac{S}{S_{\text{ср}}} = \sum_{i=1}^n a_i \lg \frac{p_i}{p_{\text{ср}}},$$

де $S_{\text{ср}}$ і $p_{\text{ср}}$ - величини, отримані усередненням за всіма варіантами продукції фактичних витрат та показників якості;

a_i - параметри апроксимації, що визначаються методом "найменших квадратів".

І тут параметри апроксимації є коефіцієнтами вагомості.

Наприклад, порівнюється N варіантів двигунів. Кожен варіант характеризується набором з $(n+1)$ показників якості: $p_{1k}, p_{2k}, \dots, p_{nk}, S_k$.

Показники p_{ik} зі збільшенням свого значення характеризують поліпшення якості двигуна (потужність, момент, ККД, середній ресурс тощо.); S_k – показник якості двигуна, зменшення якого характеризує покращення якості двигуна (загальна маса, витрати на виробництво та експлуатацію тощо).

Припускаючи, що для комплексної оцінки рівня якості двигунів використовуватиметься середній зважений геометричний показник, побудуємо лінійну регресійну залежність між логарифмами показника S_k і логарифмами показників якості $p_{1k}, p_{2k}, \dots, p_{nk}$. Вираз для лінійної регресійної залежності має вигляд

$$Y_k = \sum_{i=1}^n a_i X_{ik},$$

де a_i - коефіцієнт вагомості показника p_i ;

$$X_{ik} = \lg \frac{p_{ik}}{p_{i\text{cp}}};$$

$$Y_k = \lg \frac{S_k}{S_{\text{cp}}};$$

$$p_{i\text{cp}} = \frac{\sum_{k=1}^N p_{ik}}{N};$$

$$S_{\text{cp}} = \frac{\sum_{k=1}^N S_k}{N}.$$

Параметри a_i визначаються шляхом найменших квадратів.

7.5. Виділення базових зразків із групи аналогів

В якості базових зразків виділяють кращі групи аналогів на основі методу попарного зіставлення послідовно всіх аналогів за значеннями оціночних показників.

Виділення базових зразків на основі методу попарного зіставлення аналогів здійснюється наступним чином:

- Аналог не може бути визнаний зразком і виключається з наступних зіставлень, якщо він поступається іншому аналогу за сукупністю оціночних показників, тобто поступається іншому аналогу хоча б за одним показником, не перевищуючи його за жодними з інших;

- Обидва аналоги залишаються для подальшого зіставлення з іншими, якщо за одними показниками краще перший аналог, а за іншими - другий, при цьому значення деяких показників у аналогів можуть збігатися.

В результаті попарного зіставлення аналогів залишаються аналоги, кожен з яких не поступається жодному з оціночних показників, що залишилися за сукупністю. Аналоги, що залишилися, і є базовими зразками.

7.6. Зіставлення оцінюваного зразка з базовими

На першому етапі перевіряють відповідність продукції та значень її показників міжнародним стандартам, включаючи обмеження щодо показників безпеки, екології тощо; стандартів, технічних умов та інших чинних нормативних документів на продукцію. Продукція, яка не відповідає будь-якій із цих вимог, визнається поступовою світовому рівню. За виконання зазначених вимог переходять до другого етапу.

З другого краю етапі зіставляють оцінювану продукцію з кожним базовим зразком за значеннями оціночних показників з урахуванням методу попарного зіставлення. При цьому зіставлення може призвести до одного з таких результатів:

- Оцінювана продукція поступається базовому зразку, якщо вона поступається йому хоча б за одним із показників;
- Оцінювана продукція перевершує базовий зразок, якщо вона перевершує його хоча б за одним показником, не поступаючись йому по жодному з показників, що залишилися;
- Продукція, що оцінюється, рівноцінна базовому зразку, якщо значення всіх її показників збігаються зі значеннями показників базового зразка.

Якщо за одними показниками оцінювана продукція поступається базовому зразком, а, по іншим його перевищує, то вважається, що результат зіставлення не визначено.

Результат зіставлення оцінюваної продукції із сукупністю базових зразків цьому етапі формується так:

- Продукція перевищує світовий рівень, якщо вона перевершує кожен зразок;
- Продукція відповідає світовому рівню, якщо вона рівноцінна хоча б одному базовому зразку;
- Продукція поступається світовому рівню, якщо вона поступається кожному базовому зразку.

У разі, коли не існує аналогів продукції, що оцінюється, вона вважається відповідною світовому рівню, якщо характеризується принципово новими технічними рішеннями, які захищені авторськими свідоцтвами та (або) патентами.

На заключному етапі обґрунтовуються рекомендації та приймаються рішення, які є наслідком оцінки рівня якості продукції. Залежно від поставлених цілей та отриманих результатів готують пропозиції для ухвалення рішення щодо розробки, постановки на виробництво та вдосконалення продукції.

8. ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ

Для оцінки рівня якості застосовується така класифікація показників якості продукції (табл. 8.1). Рівень якості однорідної продукції можна розрахувати такими диференціальним і інтегральними методами.

Таблиця 8.1

Класифікація показників якості продукції

Ознака класифікації показників	Групи показників якості продукції
За кількістю властивостей, що характеризуються	Поодинокі. Комплексні. Інтегральні
За властивостями, що характеризуються	Призначення. Надійність. Економічність. Ергономічність. Естетичність. Технологічність. Стандартизації та уніфікації. Патентно-правові. Екологічні. Безпека. Транспортабельності
За способом вираження	у натуральних одиницях. У вартісному вираженні.
За етапами визначення значень показників	Прогнозні. Проектні. Виробничі. Експлуатаційні

Диференціальний метод ґрунтується на використанні одиничних показників. Розрахунок відносних показників якості продукції ведеться за формулою

$$G = \frac{P_i}{P_{ib}} \quad (8.1)$$

або

$$G_i = \frac{P_{ib}}{P_i}, \quad (8.2)$$

де P_i - значення i -го показника якості продукції, що оцінюється;

P_{ib} – значення i базового показника;

$i = n$ – кількість оцінюваних показників якості.

Формула (8.1) використовується тоді, коли збільшення абсолютних значень показника відповідає поліпшенню якості виробу (наприклад, продуктивність, потужність), тобто існує пряма залежність.

В інших випадках використовується формула (8.2).

Інтегральний показник якості визначається за формулою (8.3):

$$K_n = \frac{\mathcal{E}}{I_c + I_n}, \quad (8.3)$$

де \mathcal{E} – сумарний корисний ефект від споживання продукції (для верстата – обсяг оброблених деталей за термін служби до капітального ремонту);

I_c – витрати на створення верстата;

I_n - експлуатаційні витрати у споживача.

Сумарний корисний ефект для верстата визначається в даному випадку за виразом

$$\Theta = B \cdot F_g \cdot K_{зс} \cdot T_k. \quad (8.4)$$

Експлуатаційні витрати у споживача на термін служби верстата становитимуть

$$I_{п} = S \cdot F_g \cdot K_{зс} \cdot T_k. \quad (8.5)$$

Рівень якості нового верстата Y_k можна визначити за формулою (8.3)

$$Y_k = \frac{K_{i.n.}}{K_{i.b.}}, \quad (8.6)$$

де $K_{i.n.}$ – інтегральний показник якості нового верстата;

$K_{i.b.}$ – інтегральний показник якості базового верстата.

Приклад вирішення типового завдання

Приклад 1. Використовуючи диференціальний метод, проаналізувати поодинокі показники базового та нового верстатів. Визначити їх інтегральний показник та рівень якості нового та базового верстатів. Вихідні дані наведено у табл. 8.2.

Таблиця 8.2

Вихідні дані

Показник	Базовий верстат	Новий верстат
Годинна продуктивність верстата, В, шт	15	20
Точність обробки, мм	0,03	0,02
Строк служби до капітального ремонту, T_k , рік	9	11
Питома трудомісткість, нормо-г/кВт	410	420
Питома матеріаломісткість, кг/кВт	500	450
Застосовність стандартних складальних одиниць, %	73	78
Витрати створення верстата	170000	200000
Експлуатаційні витрати у споживача S	22,4	21,5
Ефективний річний фонд часу роботи верстата Fg , г	4015	4015
Коефіцієнт завантаження верстата $K_{з.с.}$	0,85	0,85

Рішення

1. Розрахунок відносних показників якості продукції ведеться за формулою (8.1) або (8.2):

Годинна продуктивність верстата, шт.: $20 / 15 = 1,33$.

Точність обробки, мм: $0,03/0,02 = 1,5$.

Термін служби до капітального ремонту T_k , рік: $11/9 = 1,227$.

Питома трудомісткість, нормо-год/кВт: $410/420 = 0,98$.

Питома матеріаломісткість, кг/кВт: $500/450 = 0,9$.

Застосовність стандартних складальних одиниць, %: $78/70 = 1,11$.

Витрати створення верстата I_c : $17000 / 20000 = 0,85$.

Експлуатаційні витрати у споживача S : $22,4/21,5 = 1,04$.

Ефективний річний фонд часу роботи верстата F_g , год:

$$4015/4015 = 1.$$

Коефіцієнт завантаження верстата $K_{з.с.}$: $0,85/0,85 = 1$.

Висновок: при розрахунку відносного показника якості продукції отримано такі результати:

- а) годинна продуктивність нового верстата більша за базовий на 33 %;
- б) точність обробки нового верстата більша за базове на 50 %;
- в) питома трудомісткість базового верстата нижче 2 %, ніж в нового;
- г) питома матеріаломісткість нового верстата менша на 10 %, ніж у старого;
- д) застосування стандартних складальних одиниць вище на 11 % у нового верстата;
- е) витрати на створення верстата на 15% менше у базового верстата;
- ж) експлуатаційні витрати у споживача на 4% вищі у базового верстата.

Як очевидно з результатів розрахунку, ми можемо зробити точну оцінку якості нового верстата, тому необхідно зробити розрахунок інтегрального показника якості.

2. Зробимо розрахунок інтегрального показника якості за формулою (8.5), для цього визначимо:

а) сумарний корисний ефект для верстата за формулою (8.4):

базовий верстат: $E_б = 15 \cdot 4015 \cdot 0,85 \cdot 9 = 460721,25$;

новий верстат: $E_н = 20 \cdot 4015 \cdot 0,85 \cdot 11 = 750805$;

б) експлуатаційні витрати у споживача на термін служби верстата визначимо за формулою (8.5):

базовий верстат: $I_п = 2,24 \cdot 4015 \cdot 0,85 \cdot 9 = 68801,04$;

новий верстат: $I_п = 2,15 \cdot 4015 \cdot 0,85 \cdot 11 = 80711,54$.

Експлуатаційні витрати у споживача за термін служби верстата розрахуємо за (8.3):

базовий верстат

$$K_н = \frac{460721,25}{17000 + 68801,4} = 5,4;$$

новий верстат

$$K_н = \frac{760805}{20000 + 80711,54} = 7,5.$$

3) Рівень якості нового верстата визначимо за формулою (8.6):

$$Y_x = \frac{7,5}{5,4} = 1,4.$$

Висновок: Рівень якості нового верстата вищий за рівень якості базового верстата на 40 %.

Приклад 2. Перед конструкторським відділом поставлено завдання підвищити ремонтпридатність технічної системи, що випускається заводом. На науково-технічну раду заводу було представлено 3 варіанти вирішення поставленого завдання (табл. 8.3). Використовуючи економічні показники

(прибуток, збиток) потрібно довести, який варіант найбільш доцільний. Система працює цілодобово 365 днів на рік.

Таблиця 8.3

Вихідні дані

Показники	1	2	3
Вартість системи	124	147	165
Середня кількість відмов на рік	15	12	10
Середні витрати часу на виявлення однієї відмови	1,5	1,5	2,0
Середні витрати часу на усунення однієї відмови	10	10	13
Середні витрати на одну годину пошуку відмов	250	250	350
Середні витрати на одну годину ремонтних робіт	1700	1700	2300
Термін служби системи	8	8	8
Доходи за кожну фактично відпрацьовану системою годину	500	800	800
Експлуатаційні витрати за кожну фактично відпрацьовану системою годину	300	500	500
Штрафні санкції за кожну годину простоїв системи	165	165	165
Прибуток (+)	?	?	?
Витрати (-)	?	?	?

Рішення

1) Розрахуємо фактичний час роботи системи. Для цього визначимо:
а) час роботи системи плановий ($T_{\text{п}}$):

$$T_{\text{п}} = T_{\text{с}} \cdot T_{\text{см}} \cdot N,$$

де $T_{\text{с}}$ - термін служби;

$T_{\text{см}}$ - час зміни;

N - кількість робочих днів на рік;

для варіанта 1:

$$T_{\text{п}} = 8 \cdot 24 \cdot 365 = 70080$$

для варіанта 2:

$$T_{\text{п}} = 8 \cdot 24 \cdot 365 = 70080$$

для варіанта 3:

$$T_{\text{п}} = 8 \cdot 24 \cdot 365 = 70080$$

б) визначимо час простою системи ($T_{\text{прост.}}$):

$$T_{\text{прост.}} = T_{\text{об.от}} \cdot N_{\text{от}} \cdot T_{\text{с}} \cdot T_{\text{рем}} \cdot N_{\text{от}} \cdot T_{\text{с}}$$

де $T_{\text{об.}}$ - Середні витрати часу на виявлення однієї відмови;

$T_{\text{рем}}$ – середні витрати часу на усунення однієї відмови;

N – середня кількість відмов на рік;

для варіанта 1:

$$T_{\text{прост}} = 1,5 \cdot 15 \cdot 8 + 10 \cdot 15 \cdot 8 = 180 \cdot 1200 = 1380$$

для варіанта 2:

$$T_{\text{прост}} = 1,5 \cdot 12 \cdot 8 + 10 \cdot 12 \cdot 8 = 144 + 960 + 1104$$

для варіанта 3:

$$T_{\text{прост}} = 2 \cdot 10 \cdot 8 + 13 \cdot 10 \cdot 8 = 160 + 1040 = 1200$$

в) визначимо фактичний час роботи системи ($T_{\text{факт}}$):

$$T_{\text{факт}} = T_{\text{п}} + T_{\text{прост}}$$

для варіанта 1:

$$T_{\text{факт}} = 70080 - 1380 = 68700$$

для варіанта 2:

$$T_{\text{факт}} = 70080 - 1104 = 68976$$

для варіанта 3:

$$T_{\text{факт}} = 70080 - 1200 = 68880$$

2) Визначимо витрати, пов'язані з експлуатацією та обслуговуванням системи, а також штрафні санкції за просту систему:

а) середні витрати, пов'язані з виявленням відмови ($Z_{\text{обн.от.общ}}$):

$$Z_{\text{обн.от.общ}} = T_{\text{обн.от}} \cdot N_{\text{от}} \cdot T_{\text{с}} \cdot Z_{\text{обн.от}}$$

де $Z_{\text{обн.от.общ}}$ - середні витрати на одну годину пошуку відмов;

для варіанта 1:

$$Z_{\text{обн.от.общ}} = 1,5 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 250 = 45000$$

для варіанта 2:

$$Z_{\text{обн.от.общ}} = 1,5 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 250 = 36000$$

для варіанта 3:

$$Z_{\text{обн.от.общ}} = 2 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 350 = 56000$$

б) середні витрати, пов'язані з усуненням відмови ($Z_{\text{рем.общ}}$):

$$Z_{\text{рем.общ}} = T_{\text{рем}} \cdot N_{\text{от}} \cdot T_{\text{с}} \cdot Z_{\text{рем}}$$

де $Z_{\text{рем}}$ - середні витрати на одну годину ремонтних робіт

для варіанта 1:

$$Z_{\text{рем.общ}} = 10 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 1700 = 2040000$$

для варіанта 2:

$$Z_{\text{рем.общ}} = 10 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 1700 = 1632000$$

для варіанта 3:

$$Z_{\text{рем.общ}} = 10 \cdot 13 \cdot 8 \cdot 2300 = 2392000$$

в) визначимо експлуатаційні витрати за весь період роботи системи (\mathcal{E}):

$$\mathcal{E} = T_{\text{факт}} \cdot \mathcal{E}_{\text{за1ч.раб}}$$

де $\mathcal{E}_{\text{за 1 ч.раб}}$ - експлуатаційні витрати за кожну фактично відпрацьовану системою годину

для варіанта 1:

$$\mathcal{E} = 68700 \cdot 300 = 20610000$$

для варіанта 2:

$$\mathcal{E} = 68976 \cdot 500 = 34488000$$

для варіанта 3:

$$\mathcal{E} = 68880 \cdot 500 = 34440000$$

г) визначимо розмір штрафних санкцій за просту систему під час її експлуатації ($C_{\text{шт. общ.}}$):

$$C_{\text{шт. общ.}} = T_{\text{прост.}} \cdot C_{\text{шт. за 1 ч. прост.}}$$

де $C_{\text{шт. за 1 ч. прост.}}$ - штрафні санкції за кожну годину простоїв системи

для варіанта 1:

$$C_{\text{шт. общ.}} = 1380 \cdot 165 = 227700$$

для варіанта 2:

$$C_{\text{шт. общ.}} = 1104 \cdot 165 = 182160$$

для варіанта 3:

$$C_{\text{шт. общ.}} = 1200 \cdot 165 = 198000$$

д) загальна сума витрат складе:

$$Z_{\text{общ.}} = Z_{\text{об. от. общ.}} + Z_{\text{рем. общ.}} + \mathcal{E} + C_{\text{шт. общ.}}$$

для варіанта 1:

$$Z_{\text{общ.}} = 45000 + 2040000 + 20610000 + 227700 = 22922700$$

для варіанта 2:

$$Z_{\text{общ.}} = 36000 + 1632000 + 34488000 + 182160 = 36338160$$

для варіанта 3:

$$Z_{\text{общ.}} = 56000 + 2392000 + 34440000 + 198000 = 37086000$$

3) Визначимо доходи, отримані під час роботи системи (Д):

$$D = T_{\text{факт}} D_{\text{за 1 ч. раб.}}$$

де $D_{\text{за 1 ч. раб.}}$ - доходи за кожну фактично відпрацьовану системою годину

для варіанта 1:

$$D = 687000 \cdot 500 = 3435000$$

для варіанта 2:

$$D = 68976 \cdot 800 = 5518080$$

для варіанта 3:

$$D = 68880 \cdot 800 = 5510400$$

4) Визначимо прибуток під час експлуатації системи (П):

$$P_{\text{общ.}} = D - Z - C,$$

де С – вартість системи
для варіанта 1:

$$\Pi = 34350000 - 22922700 - 124000 = 11303300$$

для варіанта 2:

$$\Pi = 55180800 - 36338160 - 147000 = 18695460$$

для варіанта 3:

$$\Pi = 55104000 - 37086000 - 165000 = 17853000$$

Висновок: Найбільш доцільний варіант 2, тому що при розрахунку прибуток варіанта 2 – найбільший.

9. ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ МАШИН

ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ МЕТОД – це метод оцінки, заснований на порівнянні одиничних показників якості виробів, що оцінюються, з такими ж показниками якості базового зразка.

При цьому визначають (виходячи із мети оцінки):

- Чи досягає якість (ТУ) виробу, що оцінюється - (ТУ) базового зразка в цілому;

- які поодинокі показники виробу, що оцінюється, перевищують (поступаються) показникам ТУ базового зразка;

- Наскільки відрізняються один від одного аналогічні одиничні показники властивостей виробу, що оцінюється, і базового зразка.

1-й СПОСІБ ОЦІНКИ – АНАЛІТИЧНИЙ:

Розрахунок окремих відносних показників ТУП (q_i) ведеться за формулами:

$$q_i = P_i / P_{ib} \quad (9.1)$$

або

$$q_i = P_{ib} / P_i, \quad (9.2)$$

де P_i - значення i -го показника якості продукції, що оцінюється;

P_{ib} – значення i базового показника;

$i = 1, 2, \dots, n$, – кількість оцінюваних показників якості.

З формул (9.1) та (9.2) вибирають ту, при якій збільшення відносного показника відповідає поліпшенню якості продукції.

Наприклад. Значення відносних показників продуктивності, потужності, ККД, терміну служби тощо – за (9.1), а енерго- матеріаломісткість, трудомісткість – за (9.2).

За результатами розрахунків відносних значень показників ТУ дають такі оцінки:

1. Якщо всі значення відносних показників відповідно $q_i \geq 1$, то ТУ виробу, що оцінюється, вище або дорівнює ТУ базового зразка;

Якщо всі показники < 1 , то ТУ виробу, що оцінюється нижче ТУ базового зразка.

2. ТУ оцінюваних виробів, котрим істотно важливе значення кожного з розглянутих показників, визнається нижче ТУ базового зразка, якщо хоча один із відносних показників менше одиниці.

3. У випадках, коли є деяка невизначеність в оцінці ТУ продукції (частина показників ≥ 1 , а ін. частина < 1), то використовують таку методику:

Усі показники ділять за значимістю на 2 групи: основні та додаткові.

До основних показників ТУКП відносять показники, що характеризують найбільш суттєві властивості: призначення або техніко-експлуатаційні, надійності, економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії, ергономічні та естетичні, показники технологічності, транспортабельності, стандартизації та уніфікації.

До додаткових зазвичай відносять другорядні показники: патентно-правові, безпеки та якості процесу виготовлення.

Усі показники першої групи повинні бути більшими або рівними 1, то ТУ не нижче базового.

ОЦІНКА В ЦІЛОМУ – якісна оцінка, яка дає такі результати:

$Q > 1$ – ТУ виробу, що оцінюється вище ТУ базового зразка;

$Q = 1$ - ТУ відповідає рівню базового зразка;

$Q < 1$ – ТУ виробу, що оцінюється нижче ТУ базового зразка,

де наближене значення підсумкового показника ТУКП знаходять як середньоарифметичне значення всіх основних показників:

$$Q = \frac{\sum q_i}{n}$$

2-й СПОСІБ ОЦІНКИ – ПОБУДУВАННЯ ТАБЛИЦІ.

Табличний спосіб - значення основних показників виробів заносять до таблиці; визначають відхилення показника виробу, що оцінюється, від виробу-аналогу у відсотках.

Таблиця 9.1

Показники технічного рівня виробів

Показник	Значення показнику			Отклонение показателя оцениваемого изделия от аналога в %	
	1-й аналог	2-й аналог	Виріб, що оцінюється	Порівняння з 1-м аналогом	Порівняння з 2-м аналогом
1-й показник	p_{11}	p_{21}	p_1	$\left(\frac{p_1}{p_{11}} - 1\right) \cdot 100\% (1)$ або $\left(\frac{p_{11}}{p_1} - 1\right) \cdot 100\% (2).$	$\left(\frac{p_1}{p_{21}} - 1\right) \cdot 100\% (1)$ або $\left(\frac{p_{21}}{p_1} - 1\right) \cdot 100\% (2)$
2-1 показник	p_{12}	p_{22}	p_2
...
n -й показник	p_{1n}	p_{2n}	p_n

Примітки: 1. Інші осередки заповнюються за аналогією.
 1. Вибір формули (1) або (2) здійснюється так само, як і в аналітичному способі.
 2. Знак «+» або «-» у осередках відхилень показника означає, що ці відхилення, відповідно, або на краще, або на гірше.

3-й СПОСІБ ОЦІНКИ – ПОБУДУВАННЯ ДІАГРАМИ (ЦИКЛОГРАМИ)

Оцінка – порівняння за циклограмою моделей за окремими показниками; порівняння загалом за площею багатокутника.

Для більш точної та більш інформаційної оцінки ТУ будують діаграму (рис. 9.1) зіставлення показників якості (ЦИКЛОГРАМУ), на якій видно, за яким показником слід приймати управлінські та технічні рішення.

Побудова циклограми

Побудову вихідної координатної сітки для циклограми технічного рівня виробу розглянемо з прикладу виробу – мікрохвильова піч (дані див. табл. 9.2).

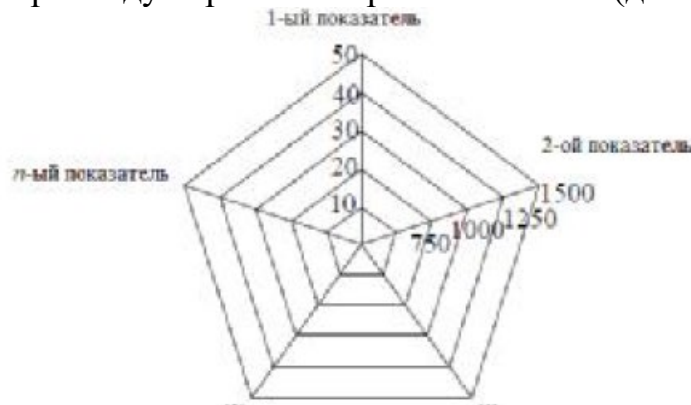


Рис. 9.1. Побудова вихідної координатної сітки циклограми технічного рівня виробу

П'ять основних показників технічного рівня виробів представлені на циклограмі у вигляді променів, проведених із центру. На променях, як у шкалах, відкладають значення показників кожного виробу. Проставлені на відрізках променів абсолютні значення показників визначають масштаб показника кожного променя.

Очевидно, що спрямованість показників на координатній сітці різна: від центру до периферії зростають значення показників, що відповідають поліпшенню якості виробу (потужність тощо), а витратні значення показників знижуються (ціна).

Крапки з'єднують між собою та отримують багатокутники, що характеризують сукупність властивостей кожного виробу.

Визначення вагомості показників якості, яке застосовується при диференціальному методі оцінки рівня якості, залежить від суб'єктивного підходу. Похибки, одержувані щодо вагомості показників якості, можуть значно перевищувати похибки визначення самих показників з допомогою вимірювальних засобів. Отже, диференціальний метод оцінки рівня якості недостатньо точний та малоперспективний.

10. ЕКСПЕРТНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ МАШИН

Для оцінки якості продукції широко застосовуються експертні методи (Е. М.), засновані на використанні суджень експертів (на використанні досвіду та інтуїції фахівців експертів) щодо якості продукції, виражених у кількісній чи якісній формі.

Експертом (лат. – досвідчений) – є кваліфікований спеціаліст, який відповідає вимогам професійної та кваліметричної компетентності, зацікавленості в участі у роботі експертної комісії, діяльності та об'єктивності.

Експертизу здійснюють шляхом ухвалення групового рішення компетентним методом (рішення різних порад, конференцій, нарад, комісій, екзаменаторів тощо).

Даний метод оцінки ТУП використовується у тих випадках, коли неможливе або недоцільне використання розрахункових чи вимірювальних методів визначення значень одиничних чи комплексних показників якості продукції. Е. М. не може бути використаний, якщо ТУП можна оцінити більш точно іншими методами.

Однак слід зазначити, що Е. М. оцінки багатьох показників якості технічної продукції є єдиним можливим і застосовується досить широко і для цього розроблені відповідні методики.

Експертний метод застосовується:

- 1) за загальної оцінки якості продукції;
- 2) при класифікації продукції, що оцінюється;
- 3) щодо НПКП;
- 4) щодо коефіцієнтів вагомостей;
- 5) в оцінці органолептичним методом;
- 6) під час виборів базових зразків;
- 7) при атестації продукції та сертифікації тощо.

Об'єктом експертизи є споживчі властивості у тому сукупності, т. е. якість виробу.

Критерії, за якими здійснюється експертиза якості, поділяються на загальні (уявлення, що склалися в суспільстві, і норми) і конкретні (реальні вимоги до якості продукції даного виду, встановлені в нормативно-технічних документах).

Експертні комісії, які створюються для оцінки КП, складаються з двох груп: робочої та експертної.

Робоча група займається організацією та проведенням експертної оцінки якості, обробкою отриманої від експертів інформації та аналізом результатів. До складу робочої групи входять організатор, консультант з оцінюваної продукції та технічні працівники.

Експертна група виконує оціночні операції, та її члени звільняються від усіх операцій не оцінного характеру.

МЕТОД НАСЛІДНОГО ПОРІВНЯННЯ

I. Якщо результат оцінки якості експерти подають у вигляді ранжованого ряду, то чисельне визначення оцінок експертів полягає у наступному (Метод послідовного порівняння):

1) всі вироби (властивості) нумеруються довільно, тобто кожній властивості присвоюється номер;

2) експерти ранжують властивості за зростаючою шкалою порядку:

	Ранг 1	Ранг 2	Ранг 3	Ранг 4	Ранг 5
Э1	P1	< P4	< P2	< P3	< P5
Э2	P1	< P2	< P4	< P5	< P3
Э3	P2	< P1	< P5	< P3	< P4
Э4	P2	< P1	< P3	< P4	< P5
Э5	P1	< P4	< P2	< P5	< P3

Місце об'єкта ранжированном ряду називається його рангом.

Чисельне значення рангу серед зростаючої шкали порядку збільшується від 1 до n (n – кількість оцінюваних об'єктів).

(Ранги - символи, що вказують положення кожного об'єкта в побудованому ряду переваги щодо інших об'єктів).

3. Визначають суми рангів кожного об'єкта експертної оцінки:

$$P_1 = 7; P_2 = 10; P_3 = 21; P_4 = 16; P_5 = 21; \Sigma P = 75.$$

4. Будується узагальнений ранжований ряд на підставі отриманих сум:

$$P_1 < P_2 < P_4 < P_3 = P_5.$$

5. Розраховують коефіцієнти вагомості за формулою

$$\beta_i = \frac{P_i}{P_{i,n}},$$

наприклад:

$$\beta_1 = 0,09; \beta_2 = 0,13; \beta_3 = 0,28; \beta_4 = 0,21; \beta_5 = 0,28.$$

Аналізуючи отримані експертним методом оцінки якості, можна не лише вказати, який об'єкт кращий чи гірший за інших, а й наскільки.

МЕТОД ПОВНИХ ПОПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ

II. Якщо ранжування об'єктів за якістю здійснювати у табличній формі, то зіставлення і розрахунки проводяться за такою методикою (метод повних попарних порівнянь).

1. Складається таблиця, за якою кожен експерт здійснює зіставлення та оцінку виробів, що розглядаються:

Кожне і-е виріб зіставляється коїться з іншими j-ми виробами порівняння; якщо при попарному зіставленні і-е виріб визнається якісніше j-го, воно позначається цифрою 1; протилежна оцінка позначається -1, рівнокісна позначається - 0:

Експерт 1

Виріб j Виріб i	1	2	3	4	5	6	РАЗОМ Оцінка виробу
1	0	1	0	1	1	1	4
2	-1	0	-1	0	-1	1	-2
3	0	1	0	-1	1	1	2
4	-1	0	1	0	-1	-1	-2
5	-1	1	-1	1	0	1	1
6	-1	-1	-1	1	-1	0	-3

З таблиці видно, що кращі оцінки отримали вироби наступної послідовності:

1 – виріб № 1 – є кращим;

2 – виріб № 3;

3 – виріб №5.

2. Далі підсумовуються дані про переваги всіх експертів та розраховуються узагальнені переваги одних виробів над іншими, тобто розраховується експертний показник якості виробу у вигляді частоти його переваг.

Частота переваги виробу визначається за формулою

$$Q_{i,j} = \frac{N}{n},$$

де N – кількість переваг експертів i -го виробу;

n – кількість експертів.

У прикладі число оцінюваних виробів $m = 6$, нехай число експертів $n = 7$, а кількість переваг виробів експертами: № 1 = 5; №2 = 2; №3 = 3; №4 = 0; №5 = 4; №6 = 1.

Тоді частоти переваг кожного об'єкта будуть такими:

$$Q_1 = 5/7 = 0,71; Q_2 = 2/7 = 0,29; Q_3 = 3/7 = 0,43;$$

$$Q_4 = 0; Q_5 = 4/7 = 0,57; Q_6 = 0,14.$$

Загальна кількість позитивних оцінок:

$$C = \frac{6(6-1)}{2} = 15.$$

Вагомість показника якості одного виробу щодо показників якості інших виробів розраховується за формулою

$$\beta_{i,j} = \frac{Q_{i,j}}{C} = \frac{Q_{i,j}}{\frac{m(m-1)}{2}},$$

де C – загальна кількість оцінок, що враховуються, пов'язане з числом виробів експертизи.

$$\beta_1 = (0,71/15) \cdot 7 = 0,33; \beta_2 = (0,29/15) \cdot 7 = 0,13; \beta_3 = (0,43/15) \cdot 7 = 0,2;$$

$$\beta_4 = (0/15) \cdot 7 = 0; \beta_5 = (0,57/15) \cdot 7 = 0,27; \beta_6 = (0,14/15) \cdot 7 = 0,07.$$

Сума всіх показників вагомості якості виробів:

$$\Sigma \beta_i = 0,33 + 0,13 + 0,2 + 0 + 0,27 + 0,07 = 1.$$

Таким чином, отримали ранжований за якістю ряд досліджених виробів:

$$\text{№ 1} > \text{№ 5} > \text{№ 3} > \text{№ 2} > \text{№ 6} > \text{№ 4}.$$

11. МЕТОД КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ МАШИН

КОМПЛЕКСНИЙ МЕТОД заснований на застосуванні комплексного (узагальненого) показника ТУП, який є функцією від одиничних показників.

Цей метод застосовують у тих випадках, коли найбільш доцільно оцінювати ТУ лише одним числом.

Узагальнений показник є функцією, яка залежить від одиничних показників, які характеризують однорідну групу властивостей

$$Q = f(p_i).$$

Вид залежності може визначатися будь-яким із можливих методів, у тому числі й експертним.

Комплексний показник якості повинен відповідати декільком вимогам:

1. Репрезентативність – (представницькість) – представленість у ньому всіх основних характеристик виробу, якими оцінюється його якість;

2. Монотонність – зміни Комплексного Показника виробу за зміни будь-якого з одиничних ПК при фіксованих значеннях інших показників.

3. Нормованість – чисельне значення Комплексного Показника має бути між найбільшим і найменшим значеннями відносних показників якості. Ця вимога визначає розмах шкали КПК.

4. Критичність (чутливість) до параметрів, що варіюються. КПК має узгоджено реагувати зміну кожного з одиничних показників. КПК визначається першою похідною функції КПК від поодиноких показників. При виході за допустимі межі одиничного показника КПК має значно зменшити своє значення.

5. Порівнюваність – сумісність результатів комплексної оцінки якості, т. е. поодинокі показники мають бути виражені у безрозмірних величинах.

Переведення натуральних розмірностей у безрозмірні одиниці виміру здійснюють шляхом відповідного перетворення.

1. Якщо маємо лінійну залежність виду:

$$q = k \cdot P,$$

де q – значення показника у безрозмірних одиницях (балах, частинах);

P – значення показників у натуральних одиницях;

k – коефіцієнт перетворення.

Тоді

$$k = \frac{q_v - q_n}{P_v - P_n},$$

де q_v , q_n , P_v , P_n – верхні та нижні значення діапазонів вимірювання показників у безрозмірних та натуральних одиницях відповідно. Часто приймають $q_v = 1, 10$ тощо, а $q_n = 0$.

2. У ряді випадків необхідно набувати нелінійної залежності функції $q=f(P)$, форма якої виводиться на основі експериментів або спостережень за характером зміни показника P .

Рівень якості за комплексним методом визначається ставленням узагальненого показника якості виробленого $Q_{\text{оц}}$, що оцінюється, до відповідного узагальненого показника базового зразка $Q_{\text{баз}}$, тобто.

$$T_y = U = \frac{Q_{\text{оц}}}{Q_{\text{баз}}}.$$

Складність комплексної оцінки полягає у об'єктивному знаходженні узагальненого показника.

КОМПЛЕКСНИЙ (УЗАГАЛЬНИЙ) ПОКАЗНИК МОЖЕ БУТИ ВИРАЖЕНИЙ:

1) головним показником – показником, який може, на думку експертів, переважно характеризувати якість виробу;

2) середньозваженим показником, – який нормується розподілом показників виробу, що оцінюється, та аналогів на відповідне максимальне значення;

3) інтегральним показником.

1. **ГОЛОВНИЙ ПОКАЗНИК** визначають у тому випадку, якщо є необхідна інформація для встановлення функціональної залежності його від одиничних показників.

Головний показник відбиває основне призначення виробу, його функціональні можливості. Для МРС основним показником є продуктивність.

2. **Середньозважений показник** будується як залежність, аргументами якої є показники якості q_i і параметри їх вагомості b_i .

Зазвичай використовують наступні **СЕРЕДНЕЗВАЖЕНІ ПОКАЗНИКИ**:

– середньозважений арифметичний показник:

$$Q_u = \Sigma(\beta_i p_i);$$

– середньозважений геометричний показник:

$$Q_V = \Pi (p)^{\beta_i},$$

де p_i - значення і-го показника якості продукції;

β_i – параметр вагомості і-го показника якості продукції;

n - Число показників КП.

Параметри вагомості можуть бути розмірними та безрозмірними.

Безрозмірні параметри називаються Коефіцієнтами вагомості – вони повинні задовольняти умови:

$$\Sigma \beta_i = 1.$$

Параметри (коефіцієнти) вагомості визначають одним із наступних методів:

– метод параметричних та вартісних регресійних залежностей;

– метод граничних та номінальних значень;

– метод еквівалентних співвідношень;

- Експертний метод.

Нестача середнього виваженого показника – суб'єктивність коефіцієнтів вагомості.

4. ІНТЕГРАЛЬНИЙ (узагальнений) показник – показник, що характеризує найбільш загальної формі ефективність роботи виробу.

Цей показник приймають до розрахунку тоді, коли встановлено сумарний корисний ефект та сумарні витрати на створення та експлуатацію виробу.

Його розраховують подвійно:

- як відношення сумарного корисного ефекту ПЕ від експлуатації продукції (машини), вираженого в натуральних одиницях виміру до сумарних витрат Z його створення та експлуатацію за весь термін служби (до одного року).

Визначається за формулою

$$И = \frac{ПЭ_T}{\sum_{t=0}^T (Z_{ct} + Z_{st})},$$

де T – розрахунковий період;

або як зворотне відношення цих витрат до корисного ефекту ПЕ

$$И = \frac{\sum_{t=0}^T (Z_{ct} + Z_{st})}{ПЭ_T},$$

де ПЕ – корисний ефект, т. е. кількість одиниць продукції чи виконаної виробом роботи протягом усього термін експлуатації виробу, (кількість вироблених заготовок чи деталей тощо. буд.).

Вочевидь, що у першому випадку інтегральний показник якості характеризується корисним ефектом, що припадає однією грошову одиницю сумарних витрат, тоді як у другому – сумою витрат, що припадають одиницю корисного ефекта.

Технічний рівень у цьому випадку визначається ставленням інтегрального показника виробу, що оцінюється, до інтегрального показника базового зразка:

$$U = \frac{И_{\text{оц}}}{И_{\text{баз}}}.$$

Недоліки інтегрального показника – складність застосування до виробів сфери споживання, незастосовність для сировини та матеріалів, не враховує ергономічні, естетичні та деякі інші властивості. Він застосовується для виробів, ефект від експлуатації яких виражається у натуральній чи грошовій формі.

Застосування комплексного способу оцінки ТУП пов'язані з важливими труднощами:

1. Перша їх полягає у змістовному описі складної властивості продукції, яке найкраще відбиває сукупність елементарних властивостей, що утворюють якість цієї продукції.

2. Друга складність полягає у виборі комплексного показника якості, тобто показника зазначеної складної властивості та її розмірності.

3. Третя складність полягає у встановленні функціональної залежності комплексного показника якості від одиничних показників, яка у багатьох випадках невідома.

Подолання зазначених труднощів здійснюється в такий спосіб.

Встановлення складного якості, що характеризує якість оцінюваної продукції і на показника цієї якості, виконується експертами, на основі глибокого вивчення вимог населення, народного господарства, потреб оборони країни, з одного боку, і фізичних, хімічних та інших властивостей продукції – з іншого. Наприклад, МРС має низку властивостей, з яких для споживача важливі: продуктивність, точність, енергоспоживання, безвідмовність.

Точність верстата позначатиметься на частці виробленої дефектної продукції.

Тому для комплексної оцінки можна поєднати продуктивність і точність верстата більш складне властивість продуктивності придатних виробів.

Безвідмовність та продуктивність придатних виробів також можна об'єднати у продуктивність придатних виробів з урахуванням простоїв через відмову.

Зрештою, продуктивність можна віднести на одиницю енергоспоживання. Тобто доцільно прийняти за комплексний показник якості верстата, що розглядається, кількість придатних одиниць продукції, вироблена ним за цей час і віднесена до одиниці споживаної енергії.

Стосовно цього має будуватися облік інших показників якості верстата та аналіз його технічного рівня та якості.

При комплексному методі оцінки рівня якості потрібно визначати комплексні показники якості, які можна сприймати за узагальнені показники. Для складних виробів це важко. Справді, якщо розрахунку комплексного показника спробувати врахувати, наприклад, показники, що характеризують естетичні властивості, то точність комплексного показника може різко знизитися. Це тим, що показники естетичних властивостей поки оцінюються безпосередньо відчуттями без застосування приладів.

У всіх випадках, коли є можливість виявлення характеру взаємозв'язків між показниками, що враховуються, і коефіцієнтами їх зв'язків з узагальнюючими показниками якості оцінюваної продукції, слід визначити функціональну залежність $Q = f(p_i)$.

12. ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ МАШИН

Іноді якість технічної продукції оцінюють за одним (поодиноким), але головним, визначальним показником, що характеризує її корисність.

Визначальним вважається найважливіший показник якості, яким приймають попереднє рішення про якість продукції.

За показниками головного, визначального властивості можна попередньо, але завжди точно, встановити, які зразки продукції є аналогами оцінюваного, і навіть який зразок слід як ймовірно базовий. Однак один, навіть визначальний, показник дає односторонню, обмежену характеристику продукції, що зазвичай має велику кількість властивостей, що становлять якість. Тому практично для будь-якої продукції, особливо для складної та багатофункціональної, необхідно проводити оцінку якості за більшістю або за всіма її корисними властивостями.

Наприклад, якість автомобільних шин оцінюють в основному за їх ходимість в кілометрах до певного зносу, якість бензину - по октановому числу, якість бетону - по кубиковій міцності при односторонньому стиску, якість коксу - за його калорійністю, якість технологічного обладнання - за продуктивністю і т.д. буд.

При цьому визначається рівень якості, його чисельний показник, є відношенням величини головного, або визначального (найважливішого), показника, що характеризує об'єкт, що оцінюється, до відповідної базової величини, тобто.

$$Y_k = \frac{P_{\text{оц}}}{P_{\text{баз}}},$$

де Y_k - рівень визначального (головного, найважливішого) показника продукції, що приймається за показник якості;

$P_{\text{оц}}$ - значення оцінного (головного, визначального) показника одиниці продукції, що оцінюється;

$P_{\text{баз}}$ - базове значення того ж головного (визначального) показника.

Узагальненим називається показник, що є функцією кількох (групи) одиничних показників властивостей об'єкта.

У багатьох випадках кілька показників властивостей взаємозумовлені, тобто мають функціональну залежність. Якщо можна встановити чи відома ця залежність деякого узагальненого показника від декількох вихідних одиничних показників властивостей, то якість об'єкта іноді оцінюють за таким узагальненим показником $Q = f(P_i)$, як

$$Y_k = \frac{Q_{\text{оц}}}{Q_{\text{баз}}}.$$

Наприклад, головний показник якості бурової установки, що характеризується довжиною проходки (L) за термін служби, в метрах:

$$L = \frac{v T_{\text{сп}} T_o}{T_o + T_{\text{в}} + T_o K_{\text{проф}}},$$

де $T_{\text{сп}}$ - термін служби, год;

T_e - напрацювання на відмову, год;

$T_{\text{в}}$ - середній час простою за одну відмову, год;

$K_{\text{проф}}$ - коефіцієнт, що характеризує частку часу, що йде на профілактику, на одну годину роботи установки;

v – середня швидкість буріння, м/год.

Рівень якості знаходять як

$$Y_{\text{к}} = \frac{L_{\text{оп}}}{L_{\text{баз}}}.$$

Наприклад, головний показник якості вантажного автомобіля, що характеризується його річною продуктивністю ($W_{\text{п}}$), в чол.-км:

$$W_{\text{п}} = T_{\text{н}} \cdot v_{\text{е}} \cdot r_{\text{н}} \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot \beta_{\text{п}} \cdot 365 \alpha_{\text{н}},$$

де $T_{\text{н}}$ - середня тривалість знаходження автомобіля в наряді, год;

$v_{\text{е}}$ – експлуатаційна швидкість автомобіля, км/год;

$r_{\text{н}}$ - номінальна вантажопідйомність, чол.;

$\gamma_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання вантажопідйомності;

$\beta_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання пробігу;

$\alpha_{\text{н}}$ – коефіцієнт використання.

В даному випадку рівень якості автобуса розраховують за формулою

$$Y_{\text{к}} = \frac{W_{\text{оп}}}{W_{\text{баз}}}.$$

Таким чином, для застосування цього методу необхідно знати функціональну залежність між показниками, що характеризують якість продукції. Таку інформацію або одержують із спеціальних технічних довідників, або знаходять експертним шляхом.

Розвиток виробництва, що ґрунтується на інтенсивних технологіях та наукомістких машинних комплексах, вимагає створення зернозбиральної техніки високої якості (відповідності вимогам споживача) з прийнятними економічними показниками (ціною, витратами на експлуатацію, надійністю).

Це завдання необхідно вирішувати усім етапах життєвого циклу машин: розробки, виробництва та використання. Оцінка та вибір конкурентоспроможних зразків машин повинні здійснюватися з урахуванням конкретних природно-виробничих умов їх використання. Відомо, що завдання вибору ефективних (перспективних) варіантів конструкції за своєю сутністю є багатокритеріальною, і за її вирішення доцільно використовувати методи кваліметрії та теорії прийняття рішень.

Приступаючи до розробки нової моделі комбайна або в процесі модернізації, важливо знати, які показники і наскільки повинні бути змінені, як це вплине на ефективність машини в цілому. Послідовність переходу

пріоритету від одних до інших факторів при вдосконаленні комбайна можна встановити шляхом дослідження інтегрального показника.

Задаючись збільшеннями приватних оцінок та досліджуючи динаміку зміни інтегрального показника, визначимо послідовність поліпшення тих чи інших властивостей машини.

Алгоритм вибору шляхів удосконалення технічного засобу на основі дослідження узагальненого показника може бути таким:

1. Визначаємо межі зміни приватних безрозмірних показників

$$d_{i\delta} < d_i < d_{i\max},$$

де $d_{i\delta}$ - значення і-го безрозмірного показника у базової машини;

$d_{i\max}$ – найбільше можливе значення і-го безрозмірного показника.

2. Обчислюємо значення узагальнених показників:

$$D_{\delta}(d_{1\delta}, \dots, d_{n\delta}),$$

$$D_{\max}(d_{1\max}, \dots, d_{n\max}).$$

3. Задаємо крок зміни приватних оціночних показників Δ та визначаємо n нових значень узагальненого показника:

$$D_{\delta 1}(d_{1\delta} + \Delta, \dots, d_{n\delta}),$$

$$D_{\delta 2}(d_{1\delta}, d_{2\delta} + \Delta, \dots, d_{n\max}),$$

$$D_{\delta n}(d_{1\delta}, d_{2\delta}, \dots, d_n + \Delta),$$

де D_i – значення узагальненого показника за зміни і-го аргументу на величину Δ .

4. Перевіряємо умову

$$d_i + \Delta \leq d_{i\max}.$$

Якщо ця умова не виконується, то приймаємо

$$d_i + \Delta = d_{i\max}.$$

5. Знаходимо збільшення узагальненого показника

$$D_{\delta i} = D_{\delta i} - D_i.$$

6. Прирощення ранжуємо та визначаємо максимальне

$$\max_i \Delta D_{\delta i}.$$

7. Пункти 3...6 повторюємо до того часу, поки все

$$d_i = d_{i\max}.$$

В результаті проведеної таким чином оптимізації визначаємо, які показники, в якій черговості і наскільки потрібно покращити модернізацію базової або розробки нової машини.

Література

1. Барташевська Ю. М. Розвиток машинобудування України: стан, проблеми, перспективи. – 2010.
2. Цимбалюк Л. Я. КРИТЕРІЇ ПРОГРЕСИВНОСТІ РОБОЧИХ МАШИН ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА //Кіяновський МВ, д. т. н., проф., зав. каф. Технології машинобудування Криворізького національного університету Самотугін СС, д. т. н., проф., зав. каф. Металорізальних верстатів Приазовського державного технічного університету. – 2017. – С. 106.
3. Isermann R. Fault diagnosis of machines via parameter estimation and knowledge processing—tutorial paper //Automatica. – 1993. – Т. 29. – №. 4. – С. 815-835.
4. Ухов О. В., Кнюх О. Б. Монтаж, експлуатація та ремонт підйомно-транспортних машин. – 171с.
5. Носенко М. І. и др. Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять з дисципліни «Надійність технічних систем» на тему «Характеристики надійності виробів» для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування освітня програма «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання». – 2019.
6. Загнітко В. В., Яропуд В. М. Підвищення технічного рівня та ефективності роботи навантажувальних машин безперервної дії. – 2020.
7. Ding S. X. et al. A survey of the application of basic data-driven and model-based methods in process monitoring and fault diagnosis //IFAC Proceedings Volumes. – 2011. – Т. 44. – №. 1. – С. 12380-12388.
8. Назаренко І. І. и др. Огляд сучасної вантажопідйомної техніки //Теорія і практика будівництва. – 2010. – №. 6. – С. 3-16.