

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

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

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання практичних робіт
з дисципліни**

«СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ»

Харків – 2019

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри якості, стандартизації, сертифікації та технології виготовлення матеріалів 25 березня 2019 р., протокол № 14.

Рекомендовано для магістрів денної та заочної форми навчання спеціальності «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка».

Укладач

доц. Л. І. Путятіна

Рецензент

проф. Е. С. Геворкян

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт
з дисципліни
«СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ»

Відповідальний за випуск Путятіна Л. І.

Редактор Буранова Н. В.

Підписано до друку 02.04.19 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 1,25. Тираж 25. Замовлення №

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

ЗМІСТ

Вступ	4
Практична робота 1. Визначення показників якості продукції.....	5
Практична робота 2.Контроль якості продукції та технологічних процесів.....	18
Список літератури	29

ВСТУП

Практичні роботи з дисципліни «**Статистичні методи менеджменту якості**» спрямовані на поглиблення і закріплення теоретичних знань, набутих студентами у процесі лекційних занять.

У процесі виконання практичних робіт студент повинен: чітко орієнтуватись у питаннях, пов'язаних із класифікацією показників якості продукції, з методами визначення їхніх значень, з видами контролю якості в умовах промислового підприємства, видами та показниками браку при виробництві продукції; набути навичок розрахунку оцінки рівня якості продукції диференційним, комплексним та змішаним методами; засвоїти методику проведення статистичного контролю якості за альтернативною ознакою; набути навичок розрахунку абсолютних та відносних показників розміру браку і розміру втрат від браку при виробництві продукції, а також складання та оформлення операційної карти контролю якості деталі після механічної обробки; набути навичок щодо використання статистичних інструментів менеджменту якості при контролі якості продукції та надання послуг.

Звіт за практичними роботами оформлюється в зошиті з полями (20 мм) справа. Звіт має містити номер практичної роботи, її тему, метод виконання, стислі теоретичні відомості, таблиці для занесення дослідних даних, схеми геометричних параметрів інструментів, схеми дослідних установок, графічні залежності досліджуваних параметрів і висновки з роботи.

Для виконання практичної роботи студент повинен підготувати відповідний теоретичний матеріал та стисло законспектувати його у звіті, засвоїти послідовність виконання практичної частини роботи. Після відповідей на запитання, поставлені викладачем, студент допускається до виконання практичної частини роботи і оформляє звіт згідно з висунутими вимогами. Виконана і належним чином оформлена практична робота захищається у вигляді співбесіди з викладачем.

На захисті студент має продемонструвати ґрунтовні знання з теорії і методів дослідження, уміння пояснювати отримані результати, а також користуватися вимірювальними інструментами і приладами.

Практична робота 1

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

(4 години)

Мета роботи

- 1 Вивчення питань, пов'язаних із класифікацією показників якості продукції, з методами визначення їхніх значень.
- 2 Набуття навичок розрахунку оцінки рівня якості продукції диференційним, комплексним та змішаним методами.
- 3 Проведення аналізу отриманих результатів.

1.1 Загальні теоретичні положення

Питання дослідження досягнутого рівня якості продукції на глобалізованому ринку є одними з найважливіших, тому що тільки якісна продукція може бути вирішальним фактором підвищення рівня життя, економічної, соціальної й екологічної безпеки людей та забезпечення конкурентоспроможності національної економіки України. Вітчизняні виробники для виживання та успіху на насиченому, конкурентному ринку мають більше уваги приділяти оцінці рівня якості продукції, що випускається, і послуг, що надаються, та використовувати результати цієї оцінки у господарській діяльності при прийнятті управлінських рішень.

1.1.1 Показники якості продукції

Якість продукції – це сукупна характеристика основних властивостей, що визначають здатність задовольняти відповідні потреби найбільш прийнятним і економічним способом відповідно до призначення. Властивість – об'єктивна особливість продукції, яка може виявлятися під час її створення, експлуатації чи споживання.

Властивості, які визначають якість продукції, можуть характеризуватися:

- параметрами якості (кількісна характеристика якості);
- ознаками якості (якісні характеристики).

Параметри та ознаки якості об'єднані в показники якості.

Для оцінки рівня якості продукції всі показники якості згруповані. Класифікація груп показників якості за видами властивостей така:

- 1 Показники призначення.
- 2 Показники надійності.
- 3 Показники економічного використання сировини, матеріалів, палива й енергії.
- 4 Показники технологічності.
- 5 Показники транспортабельності.
- 6 Ергономічні показники.
- 7 Екологічні показники.
- 8 Показники безпеки.
- 9 Естетичні показники.
- 10 Показники стандартизації й уніфікації.
- 11 Патентно-правові показники.
- 12 Економічні показники.

Показники призначення. Група показників призначення характеризує ступінь відповідності виробу його цільовому призначенню, а також властивості, що визначають основні функції, для виконання яких виріб призначений. Показники призначення визначають і сферу застосування даного виробу. Крім того, показники призначення виробів, наприклад машинобудування й деяких інших галузей, характеризують корисну роботу, чинену виробом.

Група показників призначення складається з таких підгруп:

- класифікаційних;
- функціональних;
- конструктивних;
- складу та структури.

Класифікаційні показники характеризують належність даної продукції до відповідної класифікаційної групи, оскільки будь-яка сукупність однорідної продукції має свою класифікацію.

Функціональні показники характеризують корисний ефект від експлуатації або вживання продукції, а також прогресивність технічних рішень, які були реалізовані в цій продукції. До функціональних показників можна віднести: питому потужність, продуктивність машин, точність виконання операцій та інші.

Конструктивні показники характеризують основні проектно-конструкторські рішення, зручність монтажу та установа, можливість агрегування та взаємозамінності продукції. До конструктивних показників відносять: коефіцієнт блочності, рівень механізації та автоматизації роботи виробу, питомі розміри та інші.

Показники складу та структури характеризують в оброблених матеріалах кількість домішок хімічних елементів та структурний стан цих матеріалів. До показників складу матеріалу можна віднести відсотковий вміст компонентів.

Показники надійності. Надійність – це властивість виробу зберігати в установах часом межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виробу виконувати відповідні функції в заданих режимах і умовах використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання, транспортування та інших дій.

До показників надійності відносять:

безвідмовність – властивість виробу безупинно зберігати працездатність протягом заданого часу або напрацювання в певних умовах експлуатації;

довговічність – властивість виробу зберігати в часі працездатність, із необхідними перервами для технічного обслуговування і ремонту, до його граничного стану, обумовленого технічною документацією;

ремонтпридатність – властивість виробу, що полягає в його пристосованості до підтримки і відновлення працездатного стану шляхом виявлення та усунення дефекту й несправності технічною діагностикою, обслуговуванням або ремонтом;

збереженість – властивість виробів безупинно зберігати значення встановлених показників його якості в заданих межах протягом тривалого зберігання і транспортування.

Показники технологічності характеризують властивості виробів, що спричиняють оптимальний розподіл витрат матеріалів, коштів, праці й часу під час підготовки виробництва й виготовлення, а також під час експлуатації, ремонтів та утилізації. Тому слід розрізняти й оцінювати окремо технологічність створення виробів, технологічність їхнього експлуатаційного періоду життєвого циклу й технологічність

утилізації. Одиничними показниками технологічності можуть бути різні характеристики процесу виробничого виготовлення виробу. У машинобудуванні, наприклад, до одиничних показників технологічності відносять коефіцієнт складності форми виробу, показники точності обробки, коефіцієнт оброблюваності матеріалу, взаємозамінність деталей та інші.

Узагальненими показниками технологічності виробів служать: *трудомісткість, матеріалоємність, енергоємність і собівартість виготовлення.*

Ергономічні показники характеризують машину в системі «людина – машина» і враховують її пристосованість до антропометричних, біомеханічних, фізіологічних і психологічних властивостей людини, що проявляється у виробничих процесах. Групу ергономічних показників технічних виробів розподіляють на чотири підгрупи:

а) *гігієнічні й біомеханічні* – показники, використовувані під час визначення відповідності виробу гігієнічним умовам роботи людини з виробом;

б) *антропометричні* – показники, використовувані при визначенні відповідності виробу розмірам, формі й вазі людини, що працює із цим виробом;

в) *фізіологічні й психофізіологічні* – показники відповідності виробу фізіологічним властивостям людини й особливостям функціонування її органів чуття (силові й швидкісні можливості людини; пороги слуху, зору, тактильного відчуття тощо);

г) *психологічні* – показники відповідності виробу психологічним особливостям людей відповідної професії, відбитим в інженерно-психологічних вимогах, вимогах психології праці.

До підгрупи **гігієнічних і біомеханічних** показників входять кількісні характеристики: освітленості, температури, вологості, напруженості магнітного й електричного полів, випромінювання, токсичності, шуму, вібрації, перевантажень від прискорень та ін.

До підгрупи **антропометричних** показників входять показники відповідності конструкції розмірам тіла людини, формі тіла і його окремих частин, ваги людини та ін.

До підгрупи **фізіологічних і психофізіологічних** показників входять показники відповідності конструкції виробу силовим, зоровим, слуховим, дотикальним та іншим можливостям людини.

До підгрупи **психологічних** показників входять показники відповідності виробу можливостям сприйняття й переробки інформації, закріпленим і новоформованим навичкам роботи людини з виробом.

Естетичні показники характеризують інформаційну виразність, раціональність форми, цілісність композиції, досконалість виробничого виконання й стабільність товарного вигляду виробу. Відповідність виробу вимогам технічної естетики характеризується такими показниками: інформаційною виразністю, раціональністю форми, цілісністю композиції, досконалістю виготовлення, стабільністю товарного вигляду.

За формою вираження показники якості поділяються на **абсолютні та відносні**.

Абсолютний показник являє собою фактичне значення показника якості і виражається у натуральних або у вартісних одиницях виміру.

Відносний показник якості є відношенням абсолютного показника виробу, що оцінюється, до абсолютного значення відповідного показника виробу-зразка.

За кількістю властивостей розрізняють **одиничні та комплексні показники якості**.

Одиничний показник належить до однієї із властивостей товару. До одиничних показників можна віднести також напрацювання вузла вагона на відмову, калорійність їжі та ін.

Комплексний показник належить до декількох властивостей товару і може мати різний ступінь узагальнення. Різновидами комплексного показника є *груповий* та *інтегральний* показники якості. Комплексний груповий показник якості є функцією від одиничних показників.

Комплексний інтегральний показник якості I_n розраховується за формулою

$$I_n = E/Z, \quad (1.1)$$

де Е – сумарний корисний ефект від експлуатації (наприклад пробіг вагона за термін служби до капітального ремонту);

З – сумарні витрати на створення та експлуатацію продукції (вагона і т. д.).

1.1.2 Методи визначення значень показників якості продукції

Методи визначення числових значень показників якості промислової продукції підрозділяються на дві групи:

- за способами одержання інформації;
- за джерелами одержання інформації.

Залежно від *способу* одержання інформації методи визначення числових значень показників якості продукції поділяються на такі: *вимірювальний, реєстраційний, органолептичний і розрахунковий*.

Залежно від *джерела* інформації методи визначення значень показників якості продукції розподіляються: на *традиційний, експертний, соціологічний (маркетинговий)*.

Вимірювальний метод визначення числових значень показників якості продукції побудований на інформації, одержуваній під час використання технічних засобів виміру. Вимірювальним методом визначають більшість показників якості, наприклад масу виробу, форму й розміри, механічні й електричні напруги, число обертів двигуна, швидкість транспортних засобів та інші одиничні показники якості.

Реєстраційний метод базується на використанні інформації, одержуваної шляхом підрахунку певних подій, предметів або витрат. Цим методом визначають, наприклад, число відмов під час експлуатації виробів, заданий час, витрати на створення та експлуатацію виробів, число різних частин складного виробу (усього, стандартними, уніфікованими, оригінальними, захищеними патентами тощо). Реєстраційним методом визначають, наприклад, показники довговічності, безвідмовності і збереженості, а також показники стандартизації й уніфікації, патентно-правові показники та ін.

Органолептичний метод використовує інформацію, одержану в результаті аналізу чуттів від органів чуття людини:

зору, слуху, нюху, болючих відчуттів, дотику й смаку. При цьому методі значення показників знаходять шляхом аналізу отриманих відчуттів і образних сприйняття з урахуванням наявного досвіду, і виражаються вони в балах. Очевидно, що точність і вірогідність значень показників якості, обумовлених цим методом, залежать від здатностей, кваліфікації й навичок осіб, які визначають відповідні параметри властивостей, що входять до складу характерних властивостей продукції. При цьому методі не виключається використання деяких технічних засобів (крім вимірвальних і реєстраційних), що підвищують можливості органів чуття людини, наприклад лупи, мікроскопа, мікрофона з підсилювачем гучності тощо. Органолептичним методом визначають такі показники якості, як ергономічні й естетичні.

Розрахунковий метод характеризується тим, що він ґрунтується на використанні теоретичних або емпіричних залежностей для визначення числових значень показників якості виробів. Цим методом користуються під час проектування й конструювання техніки, коли розроблюваний виріб ще не може бути об'єктом експериментальних досліджень. Як правило, розрахунковий метод використовують для прогнозування або визначення оптимальних (нормативних) значень, наприклад показників продуктивності, трудомісткості, надійності та ін.

Експертний метод визначення значень показників якості продукції використовують тільки у разі, коли ті або інші показники якості не можуть бути визначені іншими, більш об'єктивними методами. Експертний метод вирішення завдань побудований на використанні узагальненого досвіду й інтуїції фахівців-експертів. Експертний метод оцінки рівня якості технічної продукції використовується в тих випадках, коли неможливо або дуже важко застосувати методи об'єктивного визначення значень одиничних або комплексних показників якості такими методами, як інструментальний, емпіричний або розрахунковий.

1.1.3 Оцінка рівня якості продукції

Якість продукції є одним з важливих інструментів завоювання й утримання позицій на ринку, перемоги у

конкурентній боротьбі, тому сучасні підприємства приділяють особливу увагу забезпеченню високого рівня якості продукції.

Оцінювання якості продукції – сукупність операцій, яка складається із вибирання номенклатури показників якості оцінюваної продукції, визначення значень цих показників та порівняння їх з базовими, еталонними.

Важливим є досягнутий рівень якості продукції – відносна характеристика якості продукції, яка ґрунтується на порівнянні значень оцінюваних показників якості продукції з базовими значеннями відповідних показників.

Під час оцінювання рівня якості, тобто технічного рівня *однорідних* виробів, слід використовувати *диференційний, комплексний, змішаний* або *інтегральний методи*. Для оцінки технічного рівня (рівня якості) *різномірних* виробів застосовують метод на основі індексації якості. Іноді при оцінюванні однорідних або різномірних виробів використовують метод експертних оцінок якості.

Диференційний метод оцінки якості виробів полягає у зіставленні одиничних показників якості оцінюваних виробів з відповідними показниками базового зразка.

Водночас при диференційному методі оцінки технічного рівня (якості) промислової продукції кількісно оцінюються окремі властивості виробу, що дає змогу приймати конкретні рішення з управління якістю даної продукції.

За базові показники можуть бути прийняті показники якості продукції (еталона) найкращих зразків вітчизняного чи закордонного виробництва (за нормативною документацією) або показники перспективних зразків, визначених дослідним шляхом.

При диференційному методі оцінки якості машинобудівної продукції розраховують окремі відносні показники рівня якості оцінюваної продукції $R_{яi}$ за формулами:

$$R_{яi} = \frac{P_i}{P_{ібаз}} \quad (1.2)$$

або

$$R_{яi} = \frac{P_{ібаз}}{P_i}, \text{ при } i = 1, 2, \dots, n, \quad (1.3)$$

де P_i – значення i -го показника якості оцінюваної продукції;
 $P_{ібаз}$ – значення i -го показника якості базового зразка;
 n – кількість прийнятих для оцінки показників якості.

Формулу (1.2) використовують тоді, коли збільшенню абсолютного значення показника якості відповідає поліпшення якості виробів. Так, наприклад, відносні показники продуктивності, потужності, коефіцієнта корисної дії, терміну служби обчислюють за формулою (1.2), тому що збільшення такого одиничного показника свідчить про поліпшення якості виробу.

В інших випадках, коли збільшення абсолютного значення показника характеризує погіршення якості продукції, для розрахунку відносного значення показника використовують формулу (1.3). За цією формулою, як правило, обчислюють відносні значення таких показників, як матеріалоємність; видаток матеріалів, палива, енергії; вміст шкідливих домішок у відходах; трудомісткості; параметра потоку відмов та ін.

У тих випадках, коли значення $R_{яi} > 1$, то за даним i -м показником продукція, що оцінюється, перевищує базовий зразок, якщо $R_{яi} = 1$, то вона відповідає базовому зразку, а якщо $R_{яi} < 1$, то поступається йому.

У випадках, коли частина значень відносних показників якості $R_{яi} > 1$, а частина $R_{яi} < 1$, (тобто продукція за одними показниками перевершує базовий зразок, а за іншими поступається йому), диференційний метод не дає результату. У цьому випадку треба використовувати комплексний метод.

Комплексна оцінка рівня якості передбачає використання комплексного показника якості. Цей метод застосовують у тих випадках, коли найбільш доцільно оцінювати якість складних виробів тільки одним числом.

Рівень якості за комплексним методом визначається відношенням комплексного показника якості оцінюваного виробу $Q_{оц}$ до комплексного показника базового зразка $Q_{баз}$, тобто

$$R_{я} = \frac{Q_{оц}}{Q_{баз}}. \quad (1.4)$$

Комплексну оцінку (технічного рівня машин) за середньозваженими показниками якості продукції застосовують у тих випадках, коли важко або неможливо визначити головний, комплексний показник якості і його функціональну залежність від вихідних показників якості. Звичайно використовують середньозважений арифметичний або середньозважений геометричний показник якості.

Середньозважений арифметичний показник якості обчислюють за формулою:

$$K_{я} = \sum_{i=1}^n R_i a_i . \quad (1.5)$$

Середньозважений геометричний показник якості обчислюють за формулою:

$$K_{я} = \prod_{i=1}^n (R_i)^{\pm a_i} , \quad (1.6)$$

де R_i – окремий відносний показник якості продукції;

a_i – коефіцієнт вагомості i -го показника якості продукції;

n – число показників якості продукції.

Сума всіх коефіцієнтів вагомості дорівнює одиниці, тобто

$$a_1 + a_2 + \dots + a_n = \sum_{i=1}^n a_i = 1 . \quad (1.7)$$

Існує таке поняття, як бажаність та небажаність одиничних показників якості. Одиничний показник є **бажаним**, якщо при його збільшенні збільшується і комплексний показник, тобто якість покращується (наприклад потужність двигуна, швидкість автомобіля, стійкість свердла). Зі збільшенням **небажаного** показника комплексний показник зменшується, тобто якість погіршується (наприклад вага верстата, похибка виміру тощо).

Бажаність та небажаність одиничних показників визначають вибір статистичної залежності при розрахунках комплексного показника якості.

Середньозважений арифметичний показник використовується тільки тоді, коли всі одиничні показники, за якими оцінюється якість виробу, є або бажаними, або небажаними.

Середньозважений геометричний показник використовується у випадках, коли для оцінки якості виробу використовуються як бажані, так і небажані показники, при цьому значення небажаного показника міститься в знаменнику формули.

Для визначення значень коефіцієнтів вагомості використовують такі методи:

1 Метод вартісних залежностей. При цьому методі визначаються витрати на зміну кожного одиничного показника на одну і ту саму величину (наприклад, на 1 %). Чим більші витрати на досягнення цієї зміни, тим більше і значення відповідного коефіцієнта вагомості.

2 Метод граничних і номінальних значень. Якщо значення одиничних показників якості мають допуски на відхилення від номінальних значень, коефіцієнти вагомості визначаються обернено пропорційною залежністю від розміру цих відхилень.

3 Експертний метод полягає у встановленні значень коефіцієнтів вагомості експертною комісією. Існує три різновиди цього методу: експрес-метод, метод ранжування та метод попарного порівняння.

Змішаний метод оцінки рівня якості поєднує диференційний і комплексний методи. Найбільш важливі властивості оцінюють диференційним методом, інші властивості об'єднують у групи і оцінюють комплексним методом. Змішаний метод застосовують зазвичай при атестації продукції.

Для зведеної оцінки рівня якості продукції (вироби) користуються методикою В. О. Трапезнікова. При цьому розраховують коефіцієнт якості, що дорівнює добутку часткових показників якості (коефіцієнтів), що характеризують відхилення фактичного значення кожного контрольованого параметра від значень, встановлених стандартами або прийнятих за еталон. Зведений коефіцієнт якості $K_{зв}$ знаходять за формулою:

$$K_{зв} = \prod_{i=1}^n K_i = K_1 * K_2 * \dots * K_n, \quad (1.8)$$

де K_i – частковий відносний показник якості;
 n – число показників якості продукції.

У свою чергу часткові відносні показники якості визначають як

$$K_i = \frac{K_{\phi}}{K_e}, \quad (1.9)$$

де K_{ϕ} – фактичне значення показника якості;
 K_e – значення показника якості базового зразка (еталона).

Приклад. За методикою узагальненої оцінки якості Держстандарту України перевірити відповідність якості електроламп еталону. Середня тривалість горіння електроламп певної потужності, виготовлених підприємством, – 420 годин. Еталонне значення терміну служби – 450 годин. Коефіцієнт корисної дії має еталонне значення 20 лм/Вт, а фактичний коефіцієнт – 19 лм/Вт.

Розв'язання:

$$K_{зв} = \frac{420}{450} * \frac{19}{20} = 0,887.$$

Фактичний рівень якості вироблених електроламп на 11,3 % нижчий за еталонний.

1.2 Практична частина

Провести розрахунок показників рівня якості продукції диференційним та комплексним методами за наданими завданнями. Зробити аналіз отриманих результатів.

Завдання 1

Наведені дані про рівень якості однотипних мийних машин, які виготовлені фірмами «Робокон» та «Станкомаш» за паспортними даними (таблиця 1.1). Надати порівняльну оцінку рівнів якості машин, якщо визначені експертним шляхом коефіцієнти вагомості кожного фактору складають відповідно: а, b, с, d, f (таблиця 1.2).

Таблиця 1.1 – Загальні дані для розв’язання завдання 1

Показники якості мийної машини	Одиниці виміру	«Робокон»	«Станкомаш»
Витрати води на цикл обмивки	л	50	45
Номінальна кількість об’єктів миття	кг	1	2
Час найтривалішого циклу обмивки	хв	10	12
Потужність, яка використовується	Вт	2200	2400
Гарантійний термін служби	років	3,5	5

Таблиця 1.2 – Дані за варіантами для коефіцієнтів вагомості

Коефіцієнт вагомості	Номер варіанта				
	1	2	3	4	5
a	0,31	0,31	0,35	0,3	0,41
b	0,29	0,25	0,49	0,9	0,39
c	0,03	0,1	0,13	0,4	0,05
d	0,07	0,05	0,17	0,05	0,06
f	0,3	0,8	0,31	0,32	0,22

Завдання 2

За наведеними даними (таблиця 1.3) перевірити відповідність якості електроламп, які використовуються у пасажирських вагонах. Середня тривалість горіння електроламп певної потужності, які виготовлені підприємством, дорівнює А, год. Еталонне значення терміну служби – В, год. Коефіцієнт корисної дії має еталонне значення С, лм/Вт, а фактичний коефіцієнт – D, лм/Вт.

Таблиця 1.3 – Дані за варіантами до завдання 2

Характеристики якості електроламп	Номер варіанта				
	1	2	3	4	5
Середня тривалість горіння А, год	520	340	280	430	510
Еталонне значення терміну служби В, год	550	350	300	450	550
Еталонний коефіцієнт корисної дії, С лм/Вт	30	25	15	18	30
Фактичний коефіцієнт корисної дії, D лм/Вт	29	23	14	16	28

Контрольні питання

- 1 Чим характеризується якість продукції?
- 2 Що таке властивість продукції?
- 3 Яким чином класифікуються показники якості продукції?
- 4 Які існують методи визначення значень показників якості продукції?
- 5 Які існують методи оцінки рівня якості виробу?
- 6 Охарактеризуйте методи визначення коефіцієнтів вагомості показників якості.

Практична робота 2

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ (4 години)

Мета роботи

1 Ознайомлення з видами контролю якості в умовах промислового підприємства, видами та показниками браку при виробництві продукції.

2 Освоєння методики проведення статистичного контролю якості за альтернативною ознакою; набуття навичок розрахунку абсолютних та відносних показників розміру браку і розміру втрат від браку при виробництві продукції, а також складання та

оформлення операційної карти контролю якості деталі після механічної обробки.

3 Оцінювання отриманих результатів.

2.1 Загальні теоретичні положення

Контроль якості – це перевірка відповідності показників якості об'єкта встановленим вимогам, які можна зафіксувати, наприклад, у стандартах, кресленнях, технічних умовах, договорах на поставку, паспорті виробу та інших документах. Об'єктами технічного контролю є продукція, технологічні процеси, обладнання.

Контроль якості продукції – це контроль кількісних і (або) якісних характеристик властивостей продукції. Наприклад, контроль якості тканини включає кількісні характеристики (довжина, ширина, товщина), а також якісні характеристики (зовнішні дефекти, колір, малюнок).

Ще під час проектування вся розроблена технічна документація на майбутній виріб піддається докладній перевірці на предмет відповідності чинним стандартам і іншим нормативно-технічним документам. Така перевірка є обов'язковою і здійснюється службами нормоконтролю на підприємстві. Служби нормоконтролю проводять експертизу проектної документації, що надійшла від інших організацій чи підприємств для використання на даному підприємстві. У цьому випадку особливу увагу звертають на відповідність закладених у проект технічних характеристик і показників якості виробу нормам і вимогам, встановленим державними і галузевими стандартами.

Отже, ще на стадії проектування контролюється значення таких важливих показників виробу, як показники рівня стандартизації і уніфікації, технологічні та інші показники.

Найбільша питома вага з трудомісткості, вартості і складності становить контроль якості, що виконується службою технічного контролю в процесі виготовлення продукції. Основним завданням служби технічного контролю на промисловому підприємстві є запобігання випуску підприємством продукції, що не задовольняє встановлених вимог

при мінімально можливому розмірі внутрішньозаводського браку. З цього завдання випливає і визначення поняття «технічний контроль» – перевірка відповідності процесів, від яких залежить якість продукції і їх результатів, встановленим технічним вимогам.

Контроль продукції містить два елементи: отримання інформації про фактичний стан продукції (її кількісні та якісні ознаки); зіставлення отриманої інформації із заздалегідь встановленими технічними вимогами, тобто отримання вторинної інформації. Якщо буде виявлено невідповідність фактичних даних технічним вимогам, то здійснюють управлінський вплив на об'єкт контролю з метою усунення виявленого відхилення від технічних вимог.

На сучасних промислових підприємствах набули поширення такі основні види контролю, які можна класифікувати за низкою ознак.

1 Залежно від місця організації контролю на тому чи іншому етапі виробництва розрізняють:

- **вхідний контроль** – контроль споживачем сировини, матеріалів, комплектувальних виробів і готової продукції, які надходять до нього від інших підприємств чи інших дільниць виробництва. Вхідний контроль дозволяє уникнути зниження якості продукції через помилки постачальника, зібрати об'єктивну інформацію про закупівельні матеріали з метою вибору найбільш сприятливого постачальника чи формулювання додаткових вимог до показників якості матеріалів. Тут доречно зауважити, що часта зміна постачальників взагалі не бажана, оскільки вона негативно впливає на стабільність якості кінцевої продукції;

- **операційний контроль** – контроль продукції (чи технологічного процесу), що виконується після завершення певної виробничої операції. Часто операційний контроль виконується вимірним інструментом, винесеним за межі верстата чи апарата, який проводить технологічну операцію, часто він супроводжується вимкненням верстата і навіть зняттям з нього деталі для вимірювань.

Найбільш прогресивним видом операційного контролю є **активний контроль**, який здійснюється безпосередньо під час

виготовлення продукції вимірювальними приладами, вмонтованими в технологічне обладнання. Прилади активного контролю оснащуються датчиками, що безперервно дають показання про величину контрольованого параметра і використовуються для автоматичного управління процесом виготовлення продукції. Застосування активного контролю дає змогу значно підвищити продуктивність технологічного обладнання і виключити вплив суб'єктивного фактора на результати контролю;

- **прийомний контроль** – це контроль готової продукції після завершення всіх технологічних операцій з її виготовлення, за результатами якого приймаються рішення про придатність продукції до постачання чи використання. Прийомний контроль є досить важливою завершальною операцією всього процесу виготовлення продукції, після якого починається новий етап існування продукції – експлуатація;

- **інспекційний контроль** – це контроль продукції, який здійснюють спеціально уповноважені особи з метою перевірки ефективності раніше виконаного контролю.

2 Залежно від обсягу охоплення контрольованої продукції вхідний, операційний і прийомний контроль може бути *суцільним* чи *вибірковим*.

Контроль, при якому висновок про якість контрольованої продукції приймається за результатами перевірки кожної одиниці продукції, називається **суцільним**. Суцільний контроль може майже повністю виключити можливість потрапляння до споживача дефектної продукції, але в деяких випадках його застосування виявляється економічно нераціональним (при дуже великих програмах випуску продукції) чи неможливим (якщо випробування пов'язане з руйнуванням продукції).

Тому на виробництві застосовують **вибірковий контроль**, при якому рішення про якість контрольованої продукції приймається за результатами перевірки одної чи кількох вибірок з партії.

Для аналізу результатів вибіркового контролю застосовуються методи математичної статистики, що дають змогу, базуючись на обмеженій кількості контрольних перевірок, з потрібним ступенем точності стверджувати про якість партії

виробів чи стану технологічного процесу. Подібні методи контролю називаються статистичними.

3 За повнотою охоплення контролем у часі розрізняють контроль якості: **летючий, безперервний, періодичний**.

4 Щодо застосування засобів контролю:

- **вимірювальний** – із застосуванням засобів (інструментів) вимірювання;

- **реєстраційний** – реєстрація значень контрольованих параметрів продукції;

- **органолептичний** – контроль, при якому первинна інформація сприймається органами чуття;

- **візуальний** – різновид органолептичного контролю, який здійснюється органами зору.

До органолептичного контролю можна віднести також **технічний огляд**.

5 За впливом на об'єкт контролю буває **руйнівний** і **неруйнівний** контроль якості.

6 За стадією створення і існування продукції розрізняють **виробничий** і **експлуатаційний** контроль.

Стандартами передбачається контроль за **кількісною і альтернативною ознакою**. Контроль за кількісною ознакою – це контроль продукції, в ході якого визначають числові значення одного або кількох її параметрів, а подальше рішення про контрольовану сукупності визначають залежно від цих значень. Контроль за альтернативною ознакою є контроль за якісною ознакою, в ході якого перевірену продукцію відносять до категорії придатних або бракованих виробів, а подальше рішення про контрольовану сукупність визначають залежно від числа бракованих одиниць.

Для контролю з партії продукції витягають вибірку або пробу (частина нештучної продукції). Критерієм для прийняття рішення за результатами контролю є контрольний норматив.

Існує два контрольних нормативи – **приймальне** та **бракувальне числа**.

Приймальне число (C1) – це контрольний норматив, що є критерієм для приймання партії продукції і дорівнює максимальному числу забракованих одиниць у вибірці.

Бракувальне число (C2) – контрольний норматив, що є критерієм для неприйняття партії продукції і дорівнює мінімальному числу забракованих одиниць у вибірці.

Величина контрольних нормативів залежить від прийнятого в стандарті *приймального рівня дефектності і режиму контролю*.

Приймальний рівень дефектності (позначення в стандарті *AQL* (англ.) – допустимий якісний рівень) – це максимальний рівень дефектності або середній рівень, який для цілей приймання розглядається як задовільний.

Статистичний контроль може проводитися в трьох режимах:

- **нормальний контроль** – застосовують у тому випадку, коли результат перевірки заданого числа попередніх партій продукції не дає підстави для висновку про те, що справжній рівень дефектності істотно відрізняється від приймального;

- **ослаблений контроль** застосовують, коли результат перевірки заданого числа попередніх партій продукції є позитивним (наприклад, 10 послідовних партій прийняті з першого пред'явлення), тобто дає підставу для висновку про те, що справжній рівень дефектності нижчий за приймальний;

- **посилений контроль** – необхідний, коли результат перевірки заданого числа попередніх партій продукції негативний, наприклад, дві з п'яти послідовних партій були забраковані.

Статистичний приймальний контроль може бути *одноступінчастим, двоступінчастим, багатоступеневим і послідовним*. На практиці, зокрема під час приймання товарів народного споживання, застосовують одноступінчастий і двоступінчастий контроль. При одноступінчастому контролі рішення щодо партії продукції приймають за результатами контролю не більше двох вибірок, причому необхідність другої вибірки залежить від результату перевірки першої вибірки. При позитивних результатах перевірки першої вибірки контроль може бути закінчений.

Сукупність даних про вид контролю (одноступінчастий, двоступінчастий і т. д.), обсяги контрольованої партії, вибірки, про контрольні нормативи становить план контролю.

Приклад. Візьмемо фрагмент таблиці з ГОСТ 18242-72 (таблиця 2.1), що визначає методичні засади статистичного контролю за альтернативною ознакою (на прикладі посиленого одноступінчастого статистичного контролю). На основі цього ГОСТу будуються стандарти правил приймання конкретної продукції.

Таблиця 2.1 –Обсяг вибірки та основні контрольні нормативи при статистичному приймальному контролі за альтернативною ознакою (ГОСТ 18242-72)

Обсяг партії, шт.	Обсяг вибірки, шт.	Приймальне (С1) і бракувальне (С2) числа при приймальному рівні дефектності, %					
		2,5		4,0		6,5	
		С1	С2	С1	С2	С1	С2
Від 16 до 25	5	0	1	0	1	1	2
Від 26 до 50	8	0	1	1	2	1	2
Від 51 до 90	13	1	2	1	2	1	2
Від 91 до 150	20	1	2	1	2	2	3

Приклад. Відомо, що на контроль надійшла партія трикотажних виробів обсягом 100 шт.; у стандарті правил приймання на цю групу продукції «закладений» рівень дефектності 2,5 % і передбачений одноступінчастий контроль; виробник поставленої партії в минулому неодноразово постачав недоброякісну продукцію. Звідси випливає, що приймання за якістю має будуватися у режимі посиленого контролю і за таким планом: обсяг вибірки – 20 шт., приймальне число – 1, бракувальне число – 2. Якщо при перевірці 20 шт. виявилось дві (і більше) забракованих одиниці, то партію 100 шт. не приймають.

У загальному вигляді послідовність дій при одноступінчастому контролі така. З партії обсягом N випадково відбирають n одиниць продукції, перевіряють їх і підраховують число бракованих одиниць продукції C . Якщо число C менше або дорівнює приймальному числу C_1 , то партію продукції приймають. У тому випадку, коли число C більше або дорівнює бракувальному числу C_2 – партію продукцію бракують.

За кордоном при контролі якості продукції (зокрема електронних компонентів радіоапаратури) керуються японським стандартом, що передбачає дещо іншу методику вибіркового контролю. Зокрема, використовується показник рівня дефектності PPm , що виражається через число дефектних одиниць на 1 млн. На відміну від ГОСТ 18242-72 (методика AQL) методика PPm забезпечує більш жорсткий вибірковий контроль.

Припустимо, якщо в телевізорі використовується 500 електронних компонентів, за кожним з яких встановлений $PPm = 10$, то кількість дефектних телевізорів становить $10 \times 500 / 10^6 = 1/200$, тобто дорівнює одній дефектній одиниці на 200 штук. У проспектах і каталогах деякі фірми починають вказувати як характеристику надійності своєї продукції допустиму величину PPm .

Мета будь-якого контролю – виявлення *придатних, бракованих і дефектних* виробів.

Брак – вироби і деталі, які не відповідають за своїми властивостями вимогам стандартів, технічних умов або інших документів аналогічного характеру і тому не придатні для використання за прямим призначенням. До показників браку належать:

- *розмір браку в натуральному виразі;*
- *відсоток браку* – кількість бракованих виробів по відношенню до придатних виробів;
- *питома вага браку* – відношення кількості забракованих виробів до загальної кількості придатних і забракованих виробів;
- *абсолютний розмір браку в грошовому виразі* – сума фактичних витрат, пов'язаних з виробництвом остаточного браку і виправленням виправного браку;
- *абсолютний розмір втрат від браку* менше абсолютного розміру браку на суми, стягнені з винуватців браку, і на суми, виручені від використання бракованих виробів.
- *відносні показники браку і втрат від браку* отримують діленням абсолютних показників на загальну суму фактичних витрат, пов'язаних з виробництвом продукції за даний період.

Приклад. На заводі за звітний період вартість остаточного (невиправного) браку $A = 43556$ тис. грн. Витрати на виправлення браку (виправного) $B = 26454$ тис. грн. Вартість

остаточного браку за ціною використання В = 4360 тис. грн. Стягнуто з постачальників за претензіями за поставку недоброякісних матеріалів Г = 2600 тис. грн. Утримано за брак з винуватців Д = 2350 тис. грн. Валова продукція за той самий період за собівартістю Е = 1207600 тис. грн.

Визначити абсолютні та відносні показники розміру браку і розміру втрат від браку на заводі за звітний період.

Розв'язання:

Абсолютний розмір браку: АРБ = А + Б = 43556 + 26454 = 70010 тис. грн.

Абсолютний розмір втрат від браку: АРВ = АРБ – В – Г – Д = 70010 - 4360 - 2600 - 2350 = 60700 тис. грн.

Відносний розмір браку:

$$ВРБ = АРБ / Е = \frac{70010}{1207600} * 100\% = 5,8\% .$$

Відносний розмір втрат від браку:

$$ВРВ = АРВ / Е = \frac{60700}{1207600} * 100\% = 5,0\% .$$

При аналізі даних щодо браку слід розглядати також групування браку за місцем появи (*внутрішній* і *зовнішній*), з причин і характеру (*виправний* і *невиправний* (остаточний)).

Кожна окрема невідповідність продукції встановленим вимогам є **дефектом**. Наприклад, подряпина на захисному покритті виробу, високий вміст шкідливих домішок у продукті, відклеювання підошви взуття і т. д. Ці дефекти можуть виявлятися як при візуальному контролі, так і при випробуваннях, тобто при вимірювальному контролі. Деякі дефекти можуть бути виявлені тільки при експлуатації. Дефекти класифікуються за трьома ознаками.

1 За можливістю виявлення:

- **явний** – дефект, для виявлення якого передбачені відповідні правила, методи і засоби чинної нормативної документації. Багато явних дефектів відносять до зовнішніх, оскільки вони виявляються при візуальному контролі;

- **прихований** – дефект, для виявлення якого не передбачені відповідні правила, методи і засоби нормативної документації. Ці

дефекти виявляються, як правило, при експлуатації. На сьогоднішній день прихованими дефектами можуть вважатися знижена чистота гоління певних моделей електробритв, знижена ефективність мийного засобу, оскільки для контролю зазначених показників у вітчизняних стандартах відсутні методи і норми.

2 За можливістю усунення розрізняють *переробні* і *непереробні* дефекти. Такий поділ умовний, тому що один і той самий вид дефекту може бути переробним в умовах підприємства-виробника і непереробним на підприємстві торгівлі.

3 За ступенем впливу на якість розрізняють дефекти:

- *критичний* – його наявність виключає можливість використання виробу за призначенням;

- *значний* – істотно впливає на використання продукції за призначенням і на її довговічність;

- *малозначний* – істотно не впливає на використання виробу за призначенням і його довговічність.

Іноді вводять групу *косметичних невідповідностей*. Причини невідповідностей можуть мати різний характер: технічний, виконавський, організаційний та ін.

Якщо виникає дуже високий рівень невідповідностей, то рекомендується розділити всі невідповідності залежно від місця і рівня організації (рівня управління), де виникають їх причини. Причини можуть бути на рівні виконавця і його робочого місця, на рівні бригади, цеху, на заводському рівні або на рівні відносин з постачальниками. Для кожного з цих рівнів використовують свої методи і засоби щодо виявлення та усунення невідповідностей.

2.2 Практична частина

За наданим кресленням зробити операційну карту контролю деталі після механічної обробки.

Виконати розрахунок абсолютних та відносних показників розміру браку і розміру втрат від браку на підприємстві за наданими даними. Зробити аналіз отриманих результатів.

Завдання 1

Відомо, що на контроль надійшла партія буксових вузлів вагонів обсягом А, шт., у стандарті правил приймання на дану групу продукції «закладено» рівень дефектності В, %, та передбачено одноступінчастий контроль. Визначити обсяг вибірки та число забракованих одиниць, при якому партію не приймають (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Дані за варіантами до завдання 1

Параметри	Варіант				
	1	2	3	4	5
А, шт.	52	24	110	50	88
В, %	2,5	4,0	2,5	6,5	4,0

Завдання 2

За звітний період на підприємстві вартість кінцевого (невиправного) браку складає А, грн. Витрати на виправлення браку (виправні) складають В, грн. Вартість кінцевого браку за ціною використання – С, грн. Стягнуто с постачальників за претензіями за постачання недоброякісних матеріалів Т, грн. Утримано за брак з винуватців – Д, грн. Валова продукція за собівартістю – Е, грн.

Визначити абсолютні та відносні показники розміру браку та розмір втрат від браку за звітний період (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Дані за варіантами до завдання 2

Параметри	Варіант				
	1	2	3	4	5
А, грн	43556	28665	36548	65432	42551
В, грн	26454	15420	15698	35265	24451
С, грн	4360	5200	7222	1732	4165
Т, грн	2600	2500	3652	232	1600
Д, грн	2350	2300	3200	212	1350
Е, грн	1207600	1123645	1208200	1123645	1107605

Контрольні питання

- 1 Що називають контролем якості продукції?
- 2 Які функції виконують служби технічного контролю та нормоконтролю на підприємстві?
- 3 За якими ознаками класифікують види контролю якості продукції?
- 4 Охарактеризуйте види контролю якості продукції на підприємстві залежно від місця його організації.
- 5 У яких випадках виконується суцільний та вибірковий контроль продукції на підприємстві?
- 6 Яким чином здійснюється активний контроль під час виготовлення продукції?
- 7 Як відбувається статистичний контроль якості продукції за альтернативною ознакою?
- 8 У яких режимах проводиться статистичний контроль?
- 9 З яких даних складається план статистичного контролю?
- 10 Які ви знаєте показники браку?
- 11 За якими ознаками класифікують дефекти продукції?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Захожай В. Б., Чорний А. Ю. Статистика якості: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Київ : МАУП, 2005. 576 с.
- 2 Сиченко В. Г., Ткаченко О. П. Управління якістю продукції на залізничному транспорті. Київ : Транспорт України, 2006. 576 с.
- 3 Цициліано О. Д. Статистичні методи забезпечення якості продукції. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2005. 46 с.
- 4 Тимофєєва Л. А., Комарова Г. Л., Можарова Н. М. Статистичні методи менеджменту якості: конспект лекцій. Харків : УкрДАЗТ, 2010. 50 с.
- 5 ДСТУ ISO 9000:2015. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів: (ISO 9000:2015, IDT). – Надано чинності 01.07.2016. Київ : ДП «НДНЦ», 2016. V, 45 с.

6 ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю.
Вимоги: (ISO 9001:2015, ІДТ). – Надано чинності 01.07.2016.
Київ : ДП «НДНЦ», 2016. IX, 22 с.