

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з дисципліни
«КВАЛІМЕТРІЯ І СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ»
для студентів спеціальності
152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»,
денної та заочної форм навчання

2022

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Кваліметрія і системи управління якістю» для студентів спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» денної та заочної форм навчання / Укл.: С.М. Степаненко, Г.В. Сніжної – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022 – 57 с.

Укладачі: С.М. Степаненко, доц., канд.техн.наук
Г.В. Сніжної, доцент, канд. фіз.-мат. наук., д-р
техн. наук, завідувач кафедри мікро- та наноелектроніки

Рецензент: О.В.Томашевський, доц., канд.техн.наук

Відповід.
за випуск: А.В.Коротун, доц., канд.фіз.-мат.наук

Затверджено
на засіданні кафедри
мікро- та наноелектроніки
Протокол №5
від «20» грудня 2021 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФРЕТ
Протокол №6
від «27» січня 2022 р.

ЗМІСТ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 «ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ ГРУПИ. РОЗРАХУНОК ЧИСЛА ЕКСПЕРТІВ ЗА УМОВИ ПОВНОТИ ВИЯВЛЕННЯ ДАНИХ, ЯКІ НИМИ НАДАЮТЬСЯ»	5
1.1 Мета роботи.....	5
1.2 Теоретичні відомості	5
1.3 Завдання до роботи.....	8
1.4 Зміст звіту.....	14
1.5 Контрольні запитання.....	14
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 «ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ ЕКСПЕРТНОЇ ГРУПИ».....	15
2.1 Мета роботи.....	15
2.2 Теоретичні відомості	15
2.2.1 Кількісна оцінка якості експертної групи	15
2.3 Завдання до роботи.....	18
2.4 Зміст звіту.....	20
2.5 Контрольні запитання.....	20
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 «СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ОБ'ЄКТІВ»	22
3.1 Мета роботи.....	22
3.2 Методичні вказівки до виконання завдання.....	22
3.2.1 Класифікація промислової продукції	22
3.2.2 Основні показники якості продукції	23
3.2.3 Показники якості послуг	28
3.3 Завдання до роботи.....	29
3.4 Зміст звіту.....	29
3.5 Контрольні запитання.....	30
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 «МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ».....	31
4.1 Мета роботи.....	31

4.2	Методичні вказівки до виконання завдання.....	31
4.3	Завдання до роботи.....	33
4.4	Зміст звіту.....	34
4.5	Контрольні запитання.....	34
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 «ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВА ДІАГРАМА ІСІКАВИ».....		35
5.1	Мета роботи.....	35
5.2	Методичні вказівки до виконання завдання.....	35
5.3	Завдання до роботи.....	37
5.4	Зміст звіту.....	38
5.5	Контрольні запитання.....	39
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 «БЕНЧМАРКІНГ».....		40
6.1	Мета роботи.....	40
6.2	Теоретичні відомості.....	40
6.2.1	Види бенчмаркінгу.....	40
6.2.2	Основні етапи проведення бенчмаркінгу.....	41
6.3	Завдання до роботи.....	47
6.4	Зміст звіту.....	48
6.5	Контрольні запитання.....	48
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7 «ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ТАГУТІ ПРИ АНАЛІЗІ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ТА ПОСЛУГ».....		49
7.1	Мета роботи.....	49
7.2	Теоретичні відомості.....	49
7.3	Приблизна схема методу надійного проектування.....	54
7.4	Завдання до роботи.....	54
7.5	Зміст звіту.....	56
7.6	Контрольні запитання.....	56
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....		57

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

«ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ ГРУПИ. РОЗРАХУНОК ЧИСЛА ЕКСПЕРТІВ ЗА УМОВИ ПОВНОТИ ВИЯВЛЕННЯ ДАНИХ, ЯКІ НИМИ НАДАЮТЬСЯ»

1.1 Мета роботи

Метою даної роботи є набуття навичок формування експертних груп для аналізу рівня якості продукції чи послуг та набуття навичок розрахунок числа експертів за умови повноти виявлення даних, які ними надаються.

1.2 Теоретичні відомості

У ході вирішення різних кваліметричних завдань на практиці широко використовуються експертні методи оцінки, які в сукупності з вимірвальними методами дозволяють отримати найбільш повний обсяг інформації про об'єкт дослідження.

У зв'язку з цим на початковому етапі будь-якої експертизи основним завданням кваліметролога є грамотне формування експертної групи, в ході якого визначається оптимальна кількість експертів, необхідна для проведення експертизи, а також проводиться кількісна оцінка якості експертної групи різними методами.

Розрахунок числа експертів, необхідного для виявлення найбільш повної кількості даних, зводиться до знаходження такого їх числа m , при якому ймовірність появи змістовно нової пропозиції з залученням $(m + 1)$ -го експерта стає менше заздалегідь прийнятого значення α .

Для вирішення поставленого завдання використовують наступний алгоритм [1]:

а) проводять опитування експертів з метою отримання сукупності відомостей, що стосуються об'єкта експертизи;

б) всі пропозиції експертів поділяють на чотири групи:

- 1) очевидні – висунуті всіма експертами;
- 2) відомі – висунуті більшістю експертів, але не всіма;
- 3) неочевидні – висунуті меншістю;
- 4) особливі – висунуті одним експертом.

Інтерес представляють тільки неочевидні і спеціальні пропозиції, що базуються на особистому досвіді експертів, їх здібностях, інтуїції. При цьому ймовірність появи особливих пропозицій, висунутих меншістю в групі з \mathbf{m} експертів, визначається формулою:

$$P_m = \frac{n_m^{(1)}}{n_m^{(1)} + n_m^{(2)} + \dots + n_m^{(v)}} \quad (1.1)$$

де $n_m^{(1)}$ – кількість особливих пропозицій;

$n_m^{(2)} + \dots + n_m^{(v)}$ – кількість неочевидних пропозицій, висунутих меншістю v .

в) з групи в \mathbf{m} експертів утворюють всілякі підгрупи по $(\mathbf{m} - \mathbf{1})$ експертів і для кожної з них підраховують число особливих і неочевидних пропозицій;

г) розраховують ймовірність $P_{\mathbf{m}-\mathbf{1}}$ появи особливих пропозицій по всіх підгрупах і коефіцієнт λ зменшення ймовірності появи особливих пропозицій з переходом від $(\mathbf{m} - \mathbf{1})$ експертів до \mathbf{m} експертам:

$$P_{m-1} = \frac{\sum_{j=1}^{m-1} n_{m-1}^{(j)}}{\sum_{j=1}^{m-1} (n_{m-1}^{(1)} + n_{m-1}^{(2)} + \dots + n_{m-1}^{(v)})}; \quad (1.2)$$

$$\lambda = \frac{P_m}{P_{m-1}}. \quad (1.3)$$

д) За умови, що значення λ зберігається зі збільшенням числа експертів (хоча, як правило, воно при цьому зменшується), оцінки ймовірності появи особливих пропозицій із залученням $(\mathbf{m} + \mathbf{1})$ -го, $(\mathbf{m} + \mathbf{2})$ -го ... $(\mathbf{m} + \mathbf{k})$ -го експертів будуть відповідно рівні:

$$P_{m+1} = P_m \lambda; \quad (1.4)$$

$$P_{m+2} = P_m \lambda^2; \quad (1.5)$$

$$P_{m+k} = P_m \lambda^k. \quad (1.6)$$

Використовуючи вираз (1.3) і задане значення ймовірності α , знаходять число k знову залучених експертів, при якому

$$P_{m+k} = P_m \lambda^k \leq \alpha.$$

Остаточна формула для розрахунку k набуде вигляду:

$$k = \frac{\ln \alpha - \ln P_m}{\ln \lambda}. \quad (1.7)$$

Слід зазначити, що всі припущення розглянутого способу вирішення орієнтовані на розрахунок «із запасом». Тобто, вважаючи всіх експертів однаково продуктивними, ми свідомо йшли на завищення необхідної кількості експертів. Насправді (при правильно проведеному відборі експертів) спочатку в експертну групу потрапляють найбільш досвідчені фахівці, які представляють максимальну інформацію.

Залучені далі експерти менш продуктивні хоча б тому, що область їх професійних інтересів віддаляється від мети проведення експертизи. Це призводить до зменшення λ .

Так як розглянутий варіант рішення дає завищений обсяг експертної групи, перевищувати розраховану кількість експертів не доцільно. Головне детально опитати кожного експерта, виявити найбільш повно його судження і раціонально організувати обмін думками.

Приклад. При індивідуальному анкетному опитуванні група з п'яти експертів в результаті генерації подала 26 пропозицій, які відносяться до об'єкту експертизи, деякі з яких по змісту збігаються одна з одною. При цьому $n_5^{(5)} = 10$ пропозицій висунуті всіма експертами (очевидні);

$n_5^{(4)} + n_5^{(3)} = 4 + 3 = 7$ пропозицій висунуті більшістю експертів, але не всіма, в даному випадку трьома і чотирма (відомі);

$n_5^{(2)} = 6$ пропозицій висунуті меншістю, в даному випадку, двома експертами (неочевидні) і $n_5^{(1)} = 3$ пропозиції висунуті (кожна) лише одним експертом (особливі).

Питається, скільки ще експертів k слід опитати, щоб ймовірність P_{m+k} появи змістовно нової пропозиції стала менше $\alpha = 0,05$?

В ході вирішення поставленого завдання за формулою (1.1) знаходимо оцінку ймовірності появи особливих пропозицій серед всіх пропозицій, висунутих меншістю, в групі з $m = 5$ експертів

$$P_5 = \frac{n_m^{(1)}}{n_m^{(1)} + n_m^{(2)}} = \frac{3}{3+6} = 0.33.$$

Утворимо тепер з групи експертів всіляко можливі підгрупи по чотири експерти (цих підгруп буде п'ять) і для кожної з них підрахуємо число особливих $n_4^{(1)}$ і неочевидних $n_4^{(2)}$ пропозицій. Неважко переконатися, що ці числа будуть 4, 4, 4, 3, 2 і 6, 4, 2, 6, 6. Отже, оцінка ймовірності появи особливих пропозицій в групі з чотирьох експертів буде

$$P_4 = \frac{\sum_{i=1}^5 n_4^{(1)}}{\sum_{i=1}^5 (n_4^{(1)} + n_4^{(2)})} = \frac{17}{17+24} = 0.41.$$

За знайденим значенням P_5 і P_4 знайдемо коефіцієнт λ зменшення ймовірності появи особливих пропозицій з переходом від п'яти до чотирьох експертам:

$$\lambda = \frac{P_m}{P_{m-1}} = \frac{P_5}{P_4} = \frac{0.33}{0.41} = 0.81.$$

На підставі знайдених P_5 і λ , а також заданого значення α розрахуємо кількість k нових залучених експертів по формулі (1.7):

$$k = \frac{\ln \alpha - \ln P_5}{\ln \lambda} = \frac{-2.996 - (-1.109)}{-0.211} = 8.94.$$

Отже, для досягнення поставленої умови слід залучити до роботи ще 9 фахівців, або всього 14 чоловік.

1.3 Завдання до роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками до виконання даної роботи.
2. У відповідності зі своїм варіантом завдання розрахувати кількість експертів, необхідну для проведення експертизи, виходячи з умов повноти виявлення даних, які ними представляються. Варіанти завдань приведені в табл. 1.1 – 1.10.
3. Проаналізувати отримані результати і оформити звіт.
4. Відповісти на контрольні запитання.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для варіанта 1

№ пропозиції \ № експерта	1	2	3	4	5	Вид пропозиції	α
1	+	+	+	+	+	очевидні	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+		+	+	+	відомі	
5	+	+	+		+		
6		+		+	+		
7	+			+		неочевидні	
8		+	+				
9	+				+		
10		+				особливі	
11				+			
12	+						

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для варіанта 2

№ пропозиції \ № експерта	1	2	3	4	5	Вид пропозиції	α
1	+	+	+	+	+	очевидні	0,01
2	+	+	+	+	+		
3	+		+	+	+		
4	+		+		+	відомі	
5	+		+		+		
6		+		+			
7	+			+		неочевидні	
8			+		+		
9		+			+		
10					+	особливі	
11				+			
12		+					

Таблиця 1.3 – Вихідні дані для варіанта 3

№ пропозиції \ № експерта	1	2	3	4	5	Вид пропозиції	α
1	+	+	+	+	+	очевидні	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+		+		
4			+	+	+	відомі	
5		+	+		+		
6				+	+		
7	+	+				неочевидні	
8			+	+			
9					+		
10			+			особливі	
11	+						
12				+			

Таблиця 1.4 – Вихідні дані для варіанта 4

№ пропозиції \ № експерта	1	2	3	4	5	Вид пропозиції	α
1	+	+	+	+	+	очевидні	0,01
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+		+	+	+	відомі	
5	+	+	+				
6		+			+		
7		+		+		неочевидні	
8	+				+		
9			+		+		
10			+			особливі	
11					+		
12	+						

Таблиця 1.5 – Вихідні дані для варіанта 5

№ експерта / № пропозиції	1	2	3	4	5	Вид пропозиції	α
1	+	+	+	+	+	очевидні	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+	+	+		відомі	
5		+	+	+	+		
6	+	+	+				
7	+	+				неочевидні	
8			+	+			
9				+	+		
10		+	+				
11					+	особливі	
12		+					

Таблиця 1.6 – Вихідні дані для варіанта 6

№ експерта / № пропозиції	1	2	3	4	5	Вид пропозиції	α
1	+	+	+	+	+	очевидні	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+		+	+	відомі	
5		+	+	+	+		
6	+	+	+				
7		+	+			неочевидні	
8				+	+		
9				+	+		
10		+	+				
11	+					особливі	
12					+		

Таблиця 1.7 – Вихідні дані для варіанта 7

№ експерта № пропозиції	1	2	3	4	5	Вид пропозиції	α
1	+	+	+	+	+	очевидні	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+	+	+		відомі	
5		+	+	+	+		
6		+	+	+			
7		+	+			неочевидні	
8	+		+				
9				+	+		
10		+	+				
11			+			особливі	
12		+					

Таблиця 1.8 – Вихідні дані для варіанта 8

№ експерта № пропозиції	1	2	3	4	5	Вид пропозиції	α
1	+	+	+	+	+	очевидні	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+	+	+		відомі	
5		+	+	+	+		
6	+	+	+				
7	+	+				неочевидні	
8		+	+				
9				+	+		
10	+			+			
11					+	особливі	
12			+				

Таблиця 1.9 – Вихідні дані для варіанта 9

№ пропозиції \ № експерта	№ експерта					Вид пропозиції	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	очевидні	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+	+	+		відомі	
5	+		+	+	+		
6	+		+		+		
7		+		+		неочевидні	
8			+	+			
9				+	+		
10		+		+			
11			+			особливі	
12		+					

Таблиця 1.10 – Вихідні дані для варіанта 10

№ пропозиції \ № експерта	№ експерта					Вид пропозиції	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	очевидні	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+	+	+		відомі	
5	+	+		+	+		
6	+		+		+		
7	+				+	неочевидні	
8		+	+				
9	+				+		
10		+	+				
11					+	особливі	
12			+				

1.4 Зміст звіту

Звіт, який оформлюється згідно стандарту [2], повинен містити тему роботи та наступні розділи:

- а) мета роботи;
- б) завдання до роботи;
- в) хід виконання роботи;
- г) відповіді на контрольні запитання;
- д) висновок.

Якщо у тексті звіту використовуються посилання на літературні джерела, вони вказуються порядковим номером, взятим у квадратні дужки, а в кінці звіту розміщується розділ «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ», у якому дається опис джерел.

1.5 Контрольні запитання

1. В яких випадках використовуються експертні методи оцінки якості продукції?

2. З яких умов розраховується число експертів, необхідне для проведення експертизи?

3. На які групи можна розділити дані, надані експертами в ході генерації?

4. Які групи пропозицій, висунутих експертами в ході генерації, становлять найбільший інтерес і чому?

5. Як розраховується ймовірність появи «особливих» і «неочевидних» пропозицій?

6. Що являє собою коефіцієнт λ і як він розраховується?

7. Як змінюється коефіцієнт λ при залученні кожного додаткового експерта?

8. Які вихідні дані необхідні для розрахунку числа експертів в групі?

9. Чому перевищення розрахованого числа експертів не призводить до збільшення ефективності роботи групи?

10. Чи можна скорочувати чисельність експертної групи нижче розрахованого значення?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

«ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ ЕКСПЕРТНОЇ ГРУПИ»

2.1 Мета роботи

Метою роботи є вивчення методів кількісної оцінки якості експертів при формуванні експертної групи; використання методів статистичної оцінки якості експертів при створенні експертної групи, призначеної для оцінки якості конкретного виробу.

2.2 Теоретичні відомості

2.2.1 Кількісна оцінка якості експертної групи

Так само як в метрології точність результату вимірювання залежить від точності приладу, яким проводиться цей вимір, так і об'єктивність експертної оцінки, її точність залежать в основному від якості експертної групи: кваліфікації кожного її експерта, його здатності до аналітичного мислення, всеосяжного узагальнення, від його кругозору, ерудиції, психофізіологічних здібностей і т.д. В даний час на практиці для кількісної оцінки якості експертів використовуються наступні методи [3]:

а. евристичні, при яких значення оцінок визначаються людиною; методи евристичної оцінки засновані на тому, що уявлення, що склалося про даного експерта у оточуючих (або у нього самого), досить правильно відображає його дійсну якість; евристичні оцінки включають: самооцінку, взаємооцінку, оцінку експерта членами робочої групи;

а) статичні, при яких значення оцінок визначаються в результаті обробки судження експертів про оцінювану продукцію;

б) тестові, при яких значення оцінок визначаються в результаті спеціальних випробувань, заснованих на вирішенні спеціально підібраних тестових завдань;

в) документальні, при яких значення оцінок визначаються на основі аналізу документальних даних про експертів;

г) комбіновані, при яких значення оцінок визначаються за допомогою будь-якої сукупності перерахованих вище методів.

Найбільш обґрунтованими в даний час є статистичні методи оцінки якості експертів [4], які дозволяють оцінити узгодженість експертних думок, отриманих після обробки результатів спеціальних опитувань.

В основі методів лежить послілка, що істинним значенням величини (властивості), яка визначається експертами, є значення середньої оцінки експертної групи. Чим менше відхилення значення індивідуальної оцінки, призначеної експертом, від групової середньої оцінки, тим вище якість цього експерта, яке може бути враховано шляхом присвоєння кожному експерту відповідної «ваги» або вагового коефіцієнта.

Для оцінки узгодженості експертної групи може бути використаний коефіцієнт варіації думок по кожному i -му показнику:

$$v_i = 100\sigma_i / \bar{R}_i, \quad (2.1)$$

де

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\bar{R}_i - R_{ij})^2}{m-1}}$$

σ_i – середньоквадратичне відхилення по кожному i -му показнику якості; \bar{R}_i – середній по всім експертам ранг i -го показника якості; R_{ij} – ранг i -го показника якості, проставлений j -м експертом; m – число експертів.

Чим більше значення v_i , тим менше узгодженість думок експертів щодо важливості i -го показника. При $v_i < 10\%$ узгодженість думок експертів вважають високою, при $v_i < 15\%$ – вище середньої, при $v_i < 25\%$ – середньою, при $v_i \leq 35\%$ – нижче середньої і при $v_i > 35\%$ – низькою.

Для оцінки загальної узгодженості думок експертів визначають коефіцієнт конкордації за формулою

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m F_j}, \quad (2.2)$$

де S_i – сума рангових оцінок експертів по кожному i -му одиничному показнику; $\bar{S} = 0,5m \cdot (n + 1)$ – середня сума рангів для всіх одиничних

показників; n – число одиничних показників; $F_j = \sum_{i=1}^u (t_g^3 - t_g)$ – показник однаковості; u – число оцінок з однаковими рангами у j -го експерта; t_g – число однакових рангів у кожній g -й оцінці у j -го експерта.

Значення W можуть перебувати в межах від нуля до одиниці. Узгодженість думок експертів буде тим краще, чим ближче W до одиниці. Значення $W=0$ свідчить про повну байдужість або неузгодженості думок експертів. При $W=1$ думки всіх експертів повністю збігаються. Значимість W оцінюють за критерієм:

$$\chi^2 = Wm(n-1). \quad (2.3)$$

Якщо $\chi^2 > \chi^2_{\text{табл}}$, то показник W буде значущим із установленою ймовірністю. Значення $\chi^2_{\text{табл}}$ наведені в табл. 2.1 [5].

Таблиця 2.1 – Значення квантиля χ^2 -розподіленого при різній кількості ступенів свободи

Довірча вірогідність P	Значення $\chi^2_{\text{табл}}$ при різних значеннях $n - 1$										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,99	6,6	9,2	11,3	13,3	15,1	16,8	18,5	20,1	21,7	23,2	24,7
0,95	3,8	6,0	7,8	9,5	11,1	12,6	14,1	15,5	16,9	18,3	19,7

При $W > 0,5$ можна розраховувати коефіцієнти вагомості кожного i -го показника для встановлення мінімального комплексу показників. Разом з тим при необхідності підрахунку комплексного показника повинна виконуватися умова: $W \geq 0,6$. В іншому випадку слід організувати повторну експертизу або виключити думки експертів з сумнівними оцінками.

Для виявлення експертів, рангові оцінки яких більшою мірою відрізняються від сумарних оцінок вагомості S_i , останні замінюють відповідними рангами. При цьому $R(S_i) = 1$ присвоюється мінімальне значення S_i . Наступні ранги $R(S_i)$ зростають зі збільшенням сумарних оцінок S_i . Потім для кожного експерта підраховують різниці по модулю

$$\Delta R_{ij} = |R_{ij} - S(S_i)|. \quad (2.4)$$

Очевидно, що максимальне значення суми $\sum_{i=1}^n \Delta R_{ij}$ буде свідчити про найбільше відхилення рангових оцінок j -го експерта від оцінок інших експертів, тому його оцінки $(R_{ji})'$ виключають і знаходять сумарні кінцеві оцінки $S_{ki} = S_i - (R_{ji})'$ для решти експертів.

Далі розраховують коефіцієнт конкордації W за розглянутою вище методикою. Цю операцію повторюють до тих пір, поки не буде досягнута прийнятна узгодженість експертних оцінок. При цьому рекомендується, щоб кількість експертів, які залишилися, була не менше $2/3$ від початкового складу експертної групи. В іншому випадку потрібно заново сформувати експертну групу. Для вирішення більшості завдань за експертною оцінкою якості продукції, прийнятними можна вважати експертні групи, що включають від 7 до 20 експертів.

2.3 Завдання до роботи

- а) Ознайомитися з методичними вказівками даної роботи.
- б) Сформувати експертні групи з 5 – 7 осіб. (До експертної групи можна залучити одногрупників в університеті, друзів, родичів).
- в) Провести ранжування одиничних показників якості об'єкта експертизи «керівний працівник». Базовий перелік одиничних показників якості складається з 14 характерних рис:
 - досвідченість (стаж роботи на керівних посадах);
 - лідерство (авторитет серед персоналу);
 - компетентність (наявність відповідної освіти);
 - комунікабельність (уміння спілкуватися);
 - порядність (рівень виховання і культури);
 - переконаність (вміння переконувати співрозмовника);
 - здатність розподіляти і організовувати роботу;
 - вимогливість (прагнення до виконання планів);
 - далекоглядність (вміння бачити перспективи);
 - відповідальність (вміння відповідати за свої слова і вчинки);
 - надійність (вміння виконувати обіцянки);

- здатність контролювати свій настрій;
- здатність до ризику (здоровий авантюризм);
- пунктуальність (вміння чітко ставити завдання).

При цьому найбільш важливий показник позначають рангом $R_{ij}=1$, а найменш значимий – рангом $R_{ij}=n$. Якщо експерт вважає кілька показників рівноцінними за значимістю, то їм присвоюються рівні ранги.

г) Заповнити рядки 1 – 7 таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Зведена таблиця

№ рядка	№ експерта	Рангові оцінки показників якості R_{ij}					Сума	F_j
		1	...	i	...	n		
1	1							
2	...							
3	j							
4	...							
5	m							
6	S_i							
7	$(S_i - \bar{S})^2$							
8	$R(S_i)$							
9	ΔR_{il}							
10	...							
11	ΔR_{ij}							
12	...							
13	ΔR_{im}							
14	S_{ki}							
15	$(S_{ki} - \bar{S}_k)^2$							

д. Оцінити узгодженість думок експертів щодо важливості кожного i -го одиничного показника з використанням виразу (2.1).

а) Розрахувати коефіцієнт конкордації W за формулою (2.2) і оцінити його значимість за критерієм χ^2 , використовуючи вираз (2.3).

б) Проаналізувати величину W : якщо $W < 0.6$, то необхідно виявити експерта, чиї оцінки найбільш відрізняються від інших. Для цього необхідно розрахувати значення ΔR_{ij} по всіх експертах і

заповнити рядки 9 – 13 табл. 2.2. Виключити з розгляду дані експерта з оцінками, що найбільш відрізняються, і заново оцінити узгодженість експертів, що залишилися, за формулами (2.1) – (2.3). За результатами розрахунків заповнити рядки 14-15 табл. 2.2. Якщо $W \geq 0,6$, то рівень узгодженості експертів вважається достатнім і рядки 8 – 15 не заповнюються.

- в) Зробити висновки по роботі і оформити звіт.
- г) Відповісти на контрольні питання.

2.4 Зміст звіту

Звіт, який оформлюється згідно стандарту [2], повинен містити тему роботи та наступні розділи:

- а) мета роботи;
- б) завдання до роботи;
- в) хід виконання роботи;
- г) відповіді на контрольні запитання;
- д) висновок.

Якщо у тексті звіту використовуються посилання на літературні джерела, вони вказуються порядковим номером, взятим у квадратні дужки, а в кінці звіту розміщується розділ «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ», у якому дається опис джерел.

2.5 Контрольні запитання

1. Перелічіть фактори, що впливають на об'єктивність експертної оцінки.
2. Перелічіть групи методів кількісної оцінки якісного складу експертної групи?
3. На чому ґрунтуються евристичні методи кількісної оцінки якісного складу експертної групи?
4. На чому ґрунтуються тестові методи кількісної оцінки якісного складу експертної групи?
5. На чому ґрунтуються документальні методи кількісної оцінки якісного складу експертної групи?
6. Які методи кількісної оцінки якісного складу експертної групи є найбільш поширеними і чому?
7. Що являє собою коефіцієнт варіації і які значення він може приймати?
8. Що являє собою коефіцієнт конкордації і які значення він

може приймати?

9. Опишіть порядок дій при недостатній узгодженості думок експертної групи.

10. Яке число експертів рекомендується залучати до участі в експертизі і яка їх кількість може бути виключена зі складу експертної групи через неузгодженість їх оцінок з оцінками інших експертів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 «СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ОБ'ЄКТІВ»

3.1 Мета роботи

Метою роботи є ознайомлення з номенклатурою показників якості продукції та послуг.

3.2 Методичні вказівки до виконання завдання

3.2.1 Класифікація промислової продукції

Вся промислова продукція поділяється на дві підгрупи за принципом витратності і не витратності. Такий поділ спрощує вимірювання та контроль якості продукції, оскільки кожна група має більш вузьку власну сукупність показників якості. Класифікація промислової продукції представлена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Класифікація промислової продукції

Промислова продукція	
Витрачається при використанні	Витрачає свій ресурс
<p>Сировина і природне паливо (корисні копалини, рідке, тверде і газоподібне паливо, природні будівельні матеріали, та інше)</p>	<p>Вироби, що не ремонтуються (резистори, конденсатори, болти, гайки, підшипники, шестерні, цегла, керамічна плита та інше)</p>
<p>Матеріали і продукція (шлuchte паливо, хімічні продукти, матеріали будівельної індустрії, лісоматеріали, фотомагеріали, медичні препарати, жарочві продукти та інше)</p>	<p>Вироби, що ремонтуються (технологічне обладнання різних галузей промисловості, транспортні засоби, вимірювальні прилади, побутові прилади, швейні вироби, мебелы та ынше)</p>
<p>Видатковы виробы (кондитерські виробы, банки корсервів, рідке паливо в бочках, балони з газом, дрiт і кабелі у катушках та інше)</p>	

3.2.2 Основні показники якості продукції

При оцінці якості промислової продукції повинні повною мірою враховуватися її властивості. Показники якості діляться на одиничні і комплексні. Одиничні показники відносяться до однієї з властивостей продукції, що визначають якість, а комплексні – відразу до декількох.

В систему показників якості входять:

- показники призначення характеризують корисний ефект від використання продукції за призначенням і визначають область її застосування. До них відносять міцність, теплофізичні показники і стійкість до зовнішніх впливів;

- показники надійності і довговічності характеризують ступінь виконання продукцією своїх функцій протягом заданого терміну служби в певних умовах зовнішнього середовища зі збереженням своїх властивостей за умови дотримання правил експлуатації. Надійність – складна властивість виробу, що в загальному випадку складається з таких властивостей:

- безвідмовність – властивість об'єкта безупинно зберігати працездатний стан протягом деякого часу або деякого напрацювання;

- довговічність – властивість об'єкта зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами на ремонт; граничний стан визначається руйнуванням об'єкту, вимогами безпеки або економічними міркуваннями;

- ремонтпридатність – властивість виробу, що характеризує його пристосованість до відновлення працездатного стану в результаті попередження, виявлення та усунення відмов. Показниками ремонтпридатності служать середній час відновлення працездатного стану;

- зберігаємість характеризує властивості об'єкта зберігати задані значення безвідмовності, довговічності і ремонтпридатності протягом і після терміну зберігання і транспортування, встановленого технічною документацією. Зберігаємість кількісно оцінюють часом зберігання і транспортування до виникнення несправності;

- показники технологічності характеризують ефективність конструкторсько-технологічних рішень, які повинні бути спрямовані на досягнення високої продуктивності праці при мінімальних витратах матеріалів, палива і енергії на виготовлення і ремонт продукції;

- ергономічні показники. Ергономіка вивчає взаємодію в системі

«людина – середовище – виріб». Ці показники охоплюють всю область факторів, що впливають на працюючу людину і експлуатований виріб. Ергономічні показники поділяють на гігієнічні, антропометричні, фізіологічні та психологічні:

- гігієнічні показники характеризують відповідність виробу санітарно-гігієнічним нормам і рекомендаціям (освітленість, температурний режим, вологість і тиск, токсичності, шум і вібрації).

- антропометричні показники характеризують вироби, що входять у безпосередній зв'язок з людиною.

- фізіологічні показники характеризують відповідність виробу фізіологічним властивостям людини та особливостям функціонування її органів почуттів.

- психологічні показники характеризують відповідність виробу психологічним особливостям людини і знаходять відображення в інженерно-психологічних вимогах;

- показники стандартизації і уніфікації характеризують ступінь насиченості виробу стандартизованими і уніфікованими деталями. При розробці нових виробів необхідно прагнути не тільки до скорочення кількості складових частин, так як при інших рівних умовах якість виробу тим вища, чим менше воно містить складових частин. Стандартизованими вважаються частини виробу, що випускаються за національними і галузевими стандартами. До уніфікованих відносяться частини виробу, що випускаються за стандартами підприємства на декілька виробів. Оригінальними називаються складові частини, розроблені спеціально для даного виробу;

- економічні показники відображають витрати на розробку, виготовлення і експлуатацію продукції, а також економічну ефективність експлуатації. За допомогою економічних показників оцінюють ремонтпридатність продукції, її технологічність, рівень стандартизації і уніфікації, патентну чистоту. Економічні показники враховують також при складанні інтегральних показників якості продукції;

- естетичні показники якості виробів характеризують інформаційну виразність, раціональність форми, цілісність композиції, досконалість виробничого виконання. Ця група включає наступні підгрупи показників:

- показники інформаційної виразності визначають здатність,

виробу висловлювати своєю формою естетичне уявлення і культурні норми, що склалися в суспільстві;

- показники раціональності форми визначають відповідність форми виробу об'єктивним умовам його виготовлення і експлуатації, а також вираженість в формі функціонально-конструктивної сутності виробу;

- показники цілісності композиції визначають єдність частин і цілого, ефективність використання професійно-художніх засобів для створення повноцінного композиційного рішення, органічний взаємозв'язок елементів форми виробу і його узгодженість з ансамблем інших виробів;

- показники досконалості виробничого виконання і стабільності товарного вигляду визначають естетичне сприйняття форми виробу;

- патентно-правові показники характеризують патентний захист і патентну чистоту продукції, вони важливі для визначення її конкурентоспроможності. Офіційними документами, що свідчать про ступінь патентного захисту і патентної чистоти, є «Патентний формуляр» і «Карта технічного рівня і якості промислової продукції»;

- екологічні показники характеризують рівень шкідливого впливу на навколишнє середовище в процесі експлуатації виробу. При обґрунтуванні необхідності врахування екологічних показників для оцінки якості виробу проводиться аналіз його роботи з метою виявлення можливих шкідливих хімічних, механічних, світлових, звукових, біологічних, радіаційних та інших впливів на навколишнє природне середовище. При виявленні таких впливів на природу відповідні екологічні показники включають в номенклатуру показників, прийнятих в перелік для оцінки рівня якості виробу. Екологічні показники техніки можна розділити на три основні групи:

- показники, пов'язані з використанням матеріальних ресурсів природи (ресурсомісткість виготовлення продукції, показники споживання невідновних матеріальних ресурсів при експлуатації, при ремонтах і утилізації продукції після її фізичного зносу);

- показники, пов'язані з використанням природних енергетичних ресурсів (показники витрачання природних енергоносіїв на всіх стадіях і етапах життєвого циклу виробів);

- показники, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища (параметри різних видів забруднень навколишнього середовища і шкоди від цих забруднень на різних стадіях життєвого

циклу виробів – від виробництва і експлуатації до ліквідації відпрацьованих виробів).

При оцінці рівня якості технічних виробів з урахуванням екологічних показників виходять з вимог і конкретних норм з охорони навколишнього природного середовища. Промисловий виріб, експлуатація якого призводить до порушення встановлених екологічних вимог та норм з охорони природи, не може бути віднесено до продукції, яка перевершує світовий рівень або відповідної йому, незалежно від того, чи відповідають інші показники якості такій оцінці;

- показники безпеки характеризують безпеку обслуговуючого персоналу, а також тих людей, що оточують виріб у процесі експлуатації, зберігання і утилізації. Безпека – це такий стан умов праці, при якому з певною ймовірністю виключена небезпека, тобто можливість пошкодження або погіршення (професійні захворювання) здоров'я людини. До таких показників відносять:

- 1) ймовірність безпечної роботи людини протягом певного часу;
- 2) час спрацьовування захисних пристроїв;
- 3) опір ізоляції струмоведучих частин;
- 4) електричну міцність високовольтних ланцюгів.

Небезпеки для людини, що виникають при виготовленні і використанні продукції залежать від виду небезпечних впливів, способу впливу на людину і джерела виникнення небезпеки.

Розрізняють такі підгрупи показників безпеки:

- механічна безпека (зношуваність; деформованість; корозійна нестійкість; здатність забруднювати робочу зону пилом і механічними відходами, гучність і віброактивність);
- електрична нестабільність (електрична агресивність, електропроникність, здатність ураження електричним струмом);
- термічна нестійкість (перегріваність, переохолоджуваність, термоелектрична збудливість; термохімічна агресивність);
- схильність до виникнення пожежі (здатність самозаймання, здатність загоряння від зовнішнього джерела);
- схильність до виникнення вибуху (схильність до вибуху від внутрішнього джерела певного виду, схильність до вибуху від зовнішнього джерела певного виду);
- хімічна активність (хімічна активність, розчинність органічних

матеріалів, розчинність спеціальних середовищ);

- біологічна активність (біорозпад, біоагресивність);

- радіаційна активність (випромінюваність радіоактивних речовин; збудження електромагнітного поля);

- показники транспортабельності характеризують пристосованість продукції до переміщень в просторі (транспортування), що не супроводжується її використанням або споживанням. Ці показники слід вибирати з урахуванням конкретного виду транспорту (а іноді і конкретного різновиду транспортного засобу). Основні показники транспортабельності визначають витрати (трудові і матеріальні) на операції з підготовки до транспортування, безпосередньо транспортні та завершаючі весь цикл транспортування. При виборі основних груп показників якості для даного виробу необхідно керуватися таблицею вживаності показників якості (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Застосування показників якості

Найменування груп показників якості продукції	Підгрупи продукції				
	Сировина і природне паливо	Матеріали і продукти	Витратні вироби	Вироби, що не ремонтується	Вироби, що ремонтується
Показники призначення	+	+	+	+	+
Показники надійності:					
безвідмовність	-	-	-	+	+
довговічність	-	-	-	+	+
ремонтпридатність*	-	(+)*	-	-	+
збереження	+	+	+	+	+
Ергономічні	-	(+)	+	+	+
Естетичні	(+)	(+)	+	+	+
Показники технологічності	+	+	+	+	+
Показники транспортабельності	+	+	+	+	+
Показники стандартизації і уніфікації	-	-	(+)	+	+
Екологічні	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Показники патентно-правові	-	(+)	+	+	+
Показники безпеки	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)

* Замість показників ремонтпридатності для продуктів і матеріалів застосовують показники відновлюваності. В таблиці 3.2 знак «+» позначає застосовність, знак «-» – непримінення, знак «(+))» – обмежену застосовність відповідних груп показників якості.

3.2.3 Показники якості послуг

Національний стандарт ДСТУ 3279-95 [6] передбачає такі групи показників якості по властивостях, якими характеризуються послуг:

- *показники призначення*: показники застосування, сумісності (функціональної, програмної, геометричної і т.д.), показники підприємства (матеріально-технічна база, ергономічні показники обслуговування, середній час очікування обслуговування клієнта).

- *показники безпеки*: безпека для життя, радіаційна безпека, вибухобезпечність, безпека для навколишнього середовища і т.д.

- *показники надійності*: показники надійності результату послуги, безвідмовність, довговічність, збереженість, ремонтпридатність, показники стійкості до зовнішнього впливу і т.д.

- *показники професійного рівня персоналу*: рівень професійної підготовки, загальні навички, знання і дотримання вимог керівних документів, уважність і доброзичливість у відносинах зі споживачем і т.д.

Показники якості послуг повинні забезпечувати:

- підвищення якості послуги та відповідність вимогам споживачів;

- відповідність якості послуги передовому зарубіжному досвіду;

- облік сучасних досягнень науки і техніки та основних напрямків науково-технічного прогресу і розвитку сфери послуг;

- характеристику властивостей послуги на стадіях її життєвого циклу, що обумовлюють її здатність задовольняти певні потреби споживачів відповідно до її призначення.

Всі види послуг можна класифікувати по області поширення, призначення, умовам надання та характеру споживання (рисунок 3.1).

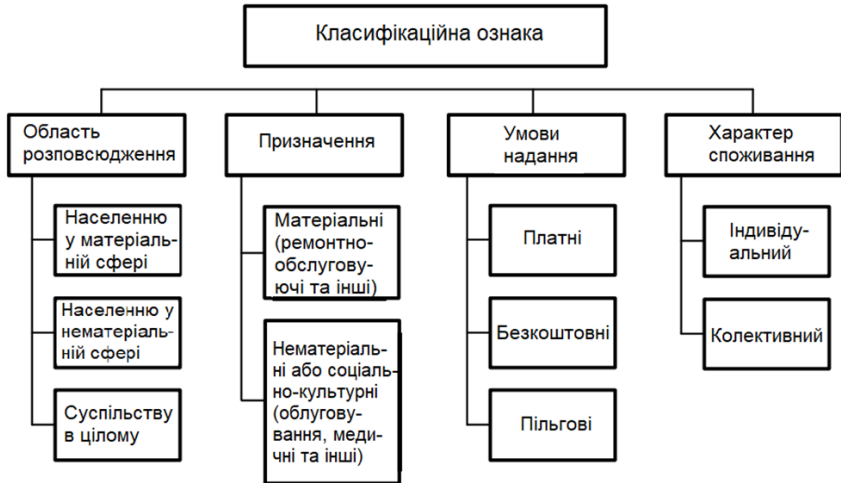


Рисунок 3.1 – Класифікація видів послуг

Також показники якості послуг можна класифікувати на:

- кількісні (час очікування і надання послуги; характеристики обладнання, інструменту, матеріалів і т.п.; надійність надання послуги; точність виконання; повнота; рівень автоматизації і механізації; безпека; повнота надання послуги і т.п.);

- якісні (ввічливість, доступність персоналу, чуйність, компетентність, довіра, рівень професійної майстерності, ефективність контактів виконавців і клієнтів, щирість і т.п.).

3.3 Завдання до роботи

- Вибрати об'єкт дослідження і зробити його ідентифікацію.
- Визначити перелік показників якості відповідно до вимог нормативної документації на даний об'єкт.

3.4 Зміст звіту

Звіт, який оформлюється згідно стандарту [2], повинен містити наступні розділи:

- мета заняття;
- завдання до лабораторної роботи;
- хід виконання завдання
- відповіді на контрольні запитання
- висновок.

Якщо у тексті звіту використовуються посилання на літературні джерела, вони вказуються порядковим номером, взятим у квадратні дужки, а в кінці звіту розміщується розділ «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ», у якому дається опис джерел.

3.5 Контрольні запитання

1. Наведіть приклад показників якості, які відносяться до критерію «технічний рівень».
2. Дайте визначення безвідмовності.
3. Що таке ремонтпридатність?
4. Що відноситься до ергономічних показників якості продукції?
5. Як класифікуються показники якості послуг?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

«МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ»

4.1 Мета роботи

Метою даної роботи є ознайомлення з методами оцінки абсолютних показників якості продукції.

4.2 Методичні вказівки до виконання завдання

Для виконання даної роботи рекомендується використовувати такі методи: вимірювальний, реєстраційний, розрахунковий, органолептичний, експертний і соціологічний методи.

Вимірювальний метод полягає у визначенні значень показника якості продукції за допомогою технічних засобів вимірювань. Цим методом користуються для вимірювання і контролю переважної більшості показників якості матеріалів, виробів і геометричних розмірів конструкцій, маси виробів, міцності, водопоглинання і т.д. В основі вимірювального методу лежить метрологія.

Реєстраційний метод ґрунтується на спостереженні і підрахунку числа певних подій, предметів або витрат. Його застосовують для реєстрації відмов виробу при випробуваннях, підрахунку числа дефектних виробів в партії і т.п.

Розрахунковий метод. При використанні розрахункового методу обчислення проводять на основі встановлених теоретичних або емпіричних залежностей показників якості продукції від її параметрів. Даний метод застосовують головним чином при проектуванні продукції, коли вона не може бути ще об'єктом експериментального вивчення. З використанням розрахункового методу встановлюють залежності між окремими показниками якості продукції.

Органолептичний метод полягає у визначенні показників якості продукції на основі аналізу сприйняття органів почуттів людини. Метод застосовують для вимірювання таких властивостей продукції, які поки що не піддаються вимірюванню за допомогою приладів і апаратів (оцінка однотонності кольору фасадних керамічних виробів, якості інтер'єрів приміщень, тобто таких

властивостей, які обумовлюють емоційні впливи на споживачів). В історичному плані органолептичні методи передували інструментальним, проте до цих пір вони не мають достатньо розвиненої наукової бази.

Оцінка якості продукції проводиться експертами на основі наявного досвіду. Тому ступінь об'єктивності, точності та достовірності оцінки залежить від кваліфікації, досвіду і здібностей експертів. Органолептичний метод не виключає можливості використання технічних засобів, які підвищують сприйнятливість і покращують сприйняття органів почуттів (лупа, мікроскоп, мікрофон і ін.). При органолептичному методі зазвичай застосовують бальний спосіб вираження показників якості. Для цього використовують, як правило, чотири оцінки якості: «відмінно», «добре», «задовільно», «погано». При цьому оцінці «погано» завжди відповідає 0 балів, так як метою оцінки є визначення рівня якості, а не ступеня непридатності виробу.

Даний метод оцінки не можна вважати цілком об'єктивним, так як результат контролю залежить від особливостей органів почуттів спостерігача і від рівня його досвіду. Удосконалення органолептичного методу оцінки якості продукції пов'язане з розвитком таких наук, як фізіологія, психологія, естетика і ергономіка.

Експертний метод визначення показників якості здійснюється на основі рішення, прийнятого експертами. Найчастіше даний метод можна застосовувати для прогнозування рівня якості продукції. За принципом дії експертні методи, які також називають інтуїтивними, поділяються на індивідуальні та колективні. Індивідуальні оцінки застосовують тільки тоді, коли є досить компетентний фахівець в даній сфері діяльності. Однак частіше використовують метод колективних експертних оцінок, що передбачає визначення (прогнозування) показників якості на підставі рішення групи експертів. У ряді випадків, особливо при прогнозуванні складних об'єктів, коли необхідно враховувати безліч взаємновпливаючих факторів, думка групи експертів надійніша, ніж індивідуальна думка.

До складу експертної групи повинні входити висококваліфіковані фахівці, ступінь компетентності яких в даній області приблизно однакова. Експертна група повинна складатися не менше ніж з семи чоловік. При меншій кількості експертів зростає ймовірність прийняття випадкового рішення. Рішення приймається

шляхом проставлення оцінок (система балів) або голосуванням експертів і затверджується в тому випадку, якщо за нього подано не менше 2/3 голосів. Опитування експертів проводиться в кілька турів, щоб зменшити вплив суб'єктивного фактора на оцінку. Експерти спочатку проставляють оцінки незалежно один від одного; потім, після короткого публічного обґрунтування виставлених кожним експертом оцінок, проводиться другий тур опитування, в ході якого експерти знову незалежно один від одного встановлюють нові оцінки. Число проведених турів опитування в значній мірі залежить від кваліфікації і досвіду фахівців. Однак вважається, що прийнятна точність результатів виходить в середньому за три тури голосування. В якості даних для подальших розрахунків приймають середньоарифметичні значення, отримані на основі остаточних оцінок з урахуванням крайніх значень. При колективній оцінці справжнє значення прогнозованої величини передбачається лежачим усередині діапазону оцінок, виставлених окремими експертами. Не рекомендується відкидати оцінки окремих фахівців, які істотно відрізняються від інших. На основі отриманих значень визначають рівень якості продукції.

Соціологічний метод заснований на зборі та аналізі думок фактичних або можливих споживачів продукції. Збір думок здійснюють усним опитуванням або шляхом поширення анкет-запитальників, проведення конференцій, виставок. Використання соціологічного методу на практиці вимагає розробки науково обґрунтованої системи опитування та створення математичних методів обробки інформації, що надходить від споживача. Соціологічний метод застосовують для визначення коефіцієнта вагомості показників якості продукції.

Слід мати на увазі, що для визначення показників якості реальної продукції зазвичай доводиться використовувати не один, а кілька методів, наприклад вимірвальний в поєднанні з органолептичними і т.п.

4.3 Завдання до роботи

а. Вибрати об'єкт дослідження (це може бути предмет побутової техніки, косметичний чи гігієнічний засіб, ювелірні вироби, інструмент, взуття, книга, кондитерські вироби, кава, дитяче харчування, дитячий конструктор, барометр, велосипед, автомобіль

тощо). Підказку щодо номенклатури параметрів якості вибраного об'єкту експертизи можна знайти у Інтернеті.

б. Визначити перелік основних показників якості вибраної продукції.

в. Зробити вибір методу оцінки кожного з встановлених показників якості вибраної продукції. Обґрунтувати вибір кожного методу оцінки.

4.4 Зміст звіту

Звіт, який оформлюється згідно стандарту [2], повинен містити тему роботи та наступні розділи:

- а. мета заняття;
- б. завдання до лабораторної роботи;
- в. хід виконання завдання
- г. відповіді на контрольні запитання
- д. висновок.

Якщо у тексті звіту використовуються посилання на літературні джерела, вони вказуються порядковим номером, взятим у квадратні дужки, а в кінці звіту розміщується розділ «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ», у якому дається опис джерел.

4.5 Контрольні запитання

1. Перерахуйте основні методи визначення абсолютних показників якості продукції.
2. У чому полягає суть вимірювального методу визначення абсолютних показників якості?
3. У чому відмінності між індивідуальною та колективною експертизою?
4. Розкрийте особливості застосування органолептичного методу визначення абсолютних показників якості продукції.
5. У чому суть розрахункового та реєстраційного методів оцінки абсолютних показників властивостей продукції?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 **«ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВА ДІАГРАМА ІСІКАВИ»**

5.1 Мета роботи

Мета роботи – ознайомиться, вивчити та отримати практичні навички побудови причинно-наслідкової діаграми.

5.2 Методичні вказівки до виконання завдання

Діаграма Ісікави або причинно-наслідкова діаграма (іноді її називають діаграма «риб'яча кістка») – застосовується для графічного відображення взаємозв'язку між проблемою, що вирішується, і причинами, що впливають на її виникнення. Цей інструмент використовують разом із методом мозкового штурму, так як він дозволяє швидко відсортувати за ключовими категоріями причини проблем, знайдених за допомогою мозкового штурму.

Діаграма Ісікави дає можливість виявити ключові параметри процесів, що впливають на характеристики виробів, встановити причини проблем процесу чи чинники, що впливають на виникнення дефекту у виробі. За допомогою діаграми Ісікави можна зрозуміти, яких даних, відомостей чи знань про проблему не вистачає для її вирішення і тим самим скоротити коло прийняття необґрунтованих рішень. Коли будується діаграма Ісікави, причини проблем розподіляють за ключовими категоріями. В якості таких категорій виступають – людина, методи роботи (дій), механізми, матеріали, контроль та довкілля. Кількість категорій при побудові діаграми можна зменшувати залежно від проблеми, що розглядається, або збільшувати.

Переваги:

- діаграма Ісікави дозволяє графічно відобразити взаємозв'язок досліджуваної проблеми та причин, що впливають на цю проблему;
- діаграма Ісікави дає можливість провести змістовний аналіз ланцюжків взаємопов'язаних причин, що впливають на проблему;
- діаграма Ісікави зручна та проста для застосування та розуміння персоналом.

Для роботи з діаграмою Ісікави не потрібна висока кваліфікація співробітників і немає необхідності проводити тривале навчання.

Недоліки:

- складність правильного визначення взаємозв'язку досліджуваної проблеми та причин у разі, якщо досліджувана проблема є комплексною, тобто. є складовою складнішої проблеми;
- обмежений простір для побудови та промальовування на папері всього ланцюжка причин цієї проблеми.

Існують три основні типи діаграм причина-результат: аналіз розгалуженості (деталізації) процесу, класифікація виробничого процесу та перерахування причин.

На рисунку 5.1 показано основний вид діаграми. Має місце ієрархія взаємовідносин результатів (наслідків) з основними причинами та їх подальший зв'язок з підпричинами. Наприклад, головна причина безпосередньо пов'язана з результатом. Кожна з причин упорядкована за рівнем свого впливу на головну причину.

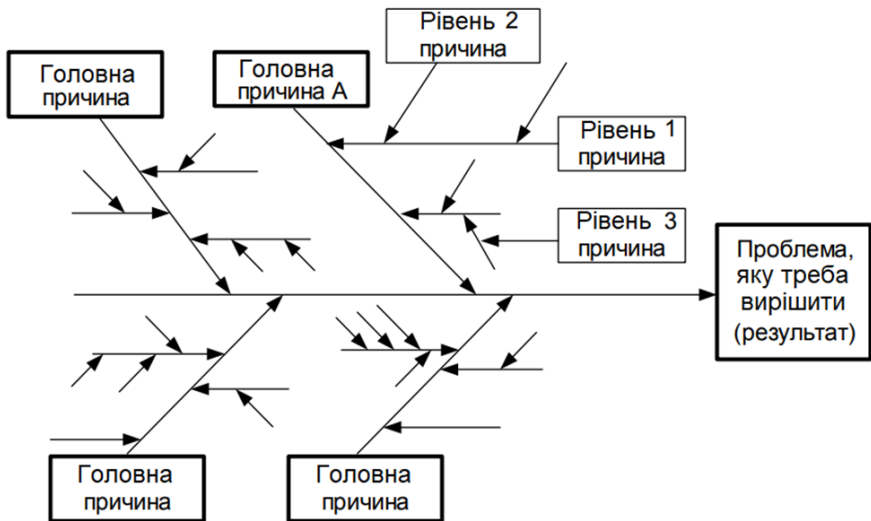


Рисунок 5.1 – Основний вид причинно-наслідкової діаграми

Незважаючи на те, що діаграму причина-результат можна розробити в індивідуальному порядку, краще, коли вона

використовується командою. Одна з найцінніших властивостей цього інструменту – він чудово сприяє проведенню мозкового штурму.

Діаграма Ісікави, яка аналізує причини браку у виробництві, представлена на рисунку 5.2.



Рисунок 5.2 – Причинно-наслідкова діаграма

5.3 Завдання до роботи

а. Визначити потенційну чи існуючу проблему, яка потребує вирішення. Приклади можливих проблем:

- недостатнє сприйняття дисципліни студентами;
- низька якість виконання курсового проекту студентами;
- покупці супермаркету чекають в черзі в касу більше 10 хвилин;
- за три місяці продаж товарів магазину впав на 38 %;
- погано продається абрикосовий джем;
- на підприємстві спостерігається постійне зменшення працівників;
- у цеху за останній місяць брак зріс на 15 %;

- товщина покриття поверхні деталі не відповідає заданим вимогам;

- з'явився дефект сполучувального шлангу в кондиціонері;
- забезпечення якості авіаційних перельотів;
- формулювання проблеми розмістити у прямокутнику з правого боку аркуша паперу. Від прямокутника вліво провести горизонтальну лінію.

б. По краях аркуша з лівого боку позначаються ключові категорії причин, що впливають на проблему, яка досліджується. Кількість категорій може змінюватися залежно від проблеми, яка розглядається. Як правило, використовуються п'ять або шість категорій із списку: вихідні матеріали, механізми та обладнання, технологія виробництва, персонал та навколишнє середовище.

в. Від назв кожної з категорій причин до центральної лінії проводяться похилі лінії. Вони будуть основними «гілками» діаграми Ісікави.

г. Причини проблеми, виявлені в ході «мозкового штурму», розподіляються за встановленими категоріями та вказуються на діаграмі у вигляді «гілочок», що примикають до основних «гілок».

д. Кожна з причин деталізується на складові. Для цього по кожній із них ставиться питання – «Чому це сталося»? Результати фіксуються у вигляді «гілочок» наступного, нижчого порядку. Процес деталізації причин триває доти, доки знайдено «коренева» причина. Для деталізації може застосовуватись і метод мозкового штурму.

е. Виявляються найбільш значущі та важливі причини, що впливають на досліджувану проблему. Для таких значимих причин визначаються коригувальні або запобіжні заходи.

ж. Зробити висновки по роботі і оформити звіт.

з. Відповісти на контрольні питання.

5.4 Зміст звіту

Звіт, який оформлюється згідно стандарту [2], повинен містити наступні розділи:

- а. мета заняття;
- б. завдання до лабораторної роботи;
- в. хід виконання завдання
- г. відповіді на контрольні запитання
- д. висновок.

Якщо у тексті звіту використовуються посилання на літературні джерела, вони вказуються порядковим номером, взятим у квадратні дужки, а в кінці звіту розміщується розділ «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ», у якому дається опис джерел.

5.5 Контрольні запитання

1. Що таке причинно-наслідкова діаграма? Суть методу.
2. Переваги та недоліки методу.
3. Опишіть послідовність побудови діаграми Ісікави.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 «БЕНЧМАРКІНГ»

6.1 Мета роботи

Метою роботи є одержання навичок використання методу систематичного зіставлення діяльності підприємства з роботою компаній конкурентів (бенчмаркінг).

6.2 Теоретичні відомості

Бенчмаркінг – це спосіб об'єктивного систематичного зіставлення своєї діяльності з роботою кращих компаній (підрозділів своєї компанії), з'ясування причин ефективності бізнесу партнерів, організація відповідних дій поліпшення власних показників бізнесу та їх реалізація. Застосовується для створення конкурентної переваги при вирішенні проблем, пов'язаних з якістю, витратами та постачанням. Метою методу є вивчення стану справ з якістю та ефективністю бізнесу партнерів та використання їх передових прийомів та практичних методів у конкурентній боротьбі для досягнення комерційних успіхів своєї компанії. Критеріями конкурентного порівняння є: ціна, якість, турбота про клієнтів та сервіс, зворотний зв'язок із споживачем, доставка, різноманітність продукції, нові продукти та послуги.

Бенчмаркінг – це безперервний процес, а не разовий захід. Оскільки вимоги споживачів постійно змінюються, змінюються й показники роботи фірм-конкурентів. Відповідно зразки, порівняно з якими проводиться бенчмаркінг, також змінюються, і лише безперервний бенчмаркінг здатний допомогти компанії швидше дізнаватися про всі новації та вигідно застосовувати їх на практиці.

6.2.1 Види бенчмаркінгу

Внутрішній бенчмаркінг – здійснює порівняння процесів (товарів, послуг) всередині організації. Як об'єкти вибираються близькі чи схожі процеси (продукти, послуги).

Конкурентний бенчмаркінг – порівняння (за продуктами чи послугами, що надаються) проводиться з прямими конкурентами, що працюють на місцевому, регіональному або міжнародному ринку.

Функціональний бенчмаркінг – порівнюються процеси своєї організації зі схожими процесами іншої організації, але яка працює у тій же сфері діяльності. При такому виді бенчмаркінгу можна отримати об'єктивні та важливі дані з меншими зусиллями, застосовуючи етичні та легальні методи отримання інформації.

Узагальнений бенчмаркінг – для цього виду бенчмаркінгу відбираються організації, які мають кращі у своєму сегменті процеси та підходи. Такі організації можуть відкрито публікувати інформацію про діяльність (прикладами можуть бути публікації по виробничій системі Toyota, або по системі 6-сигм компанії Motorola). З цих процесів та підходів вибираються для вивчення та порівняння найбільш підходящі. Після чого вони адаптуються для умов своєї організації.

6.2.2 Основні етапи проведення бенчмаркінгу

- Визначення об'єкту бенчмаркінгу. а цьому етапі передбачається провести діагностику підприємства, визначити ключові показники роботи. Отримана інформація буде базою для порівняння з конкурентами або еталоном і дозволить виявити сильні та слабкі сторони підприємства. Для оцінки стану підприємства можна скористатися методом SWOT-аналізу.

SWOT-аналіз – це інструментарій, що дає можливість визначити перелік факторів, що найбільше впливають на діяльність підприємства в умовах існуючого ділового середовища (контексту) і дозволяє керівництву визначити «вузькі місця» для подальшого коригування діяльності підприємства. Загалом техніка проведення SWOT-аналізу розроблена та використовується у рамках стратегічного управління для визначення можливостей реалізації обраної керівництвом підприємства стратегії.

Абревіатура SWOT відображає структуру проведеного аналізу, що дозволяє виявити та оцінити сильні (Strengths, S) та слабкі (Weaknesses, W) сторони, можливості (Opportunities, O) та загрози (Threats, T), що стосуються досліджуваного об'єкта. Результати SWOT-аналізу прийнято представляти як чотирисекторну матрицю. У цій матриці аналізовані параметри, які є сильною стороною організації (S) і надають нові можливості (O), відносяться до групи позитивно впливаючих факторів – сектор I, а параметри, що є слабкою стороною організації (W) і загрози, що тануть (T), відносяться до групи факторів,

що негативно впливають – сектор III. У два інших сектори потрапляють фактори, які не настільки радикально впливають на перспективи розвитку підприємства. Структура матриці SWOT-аналізу показано на рисунку 6.1.

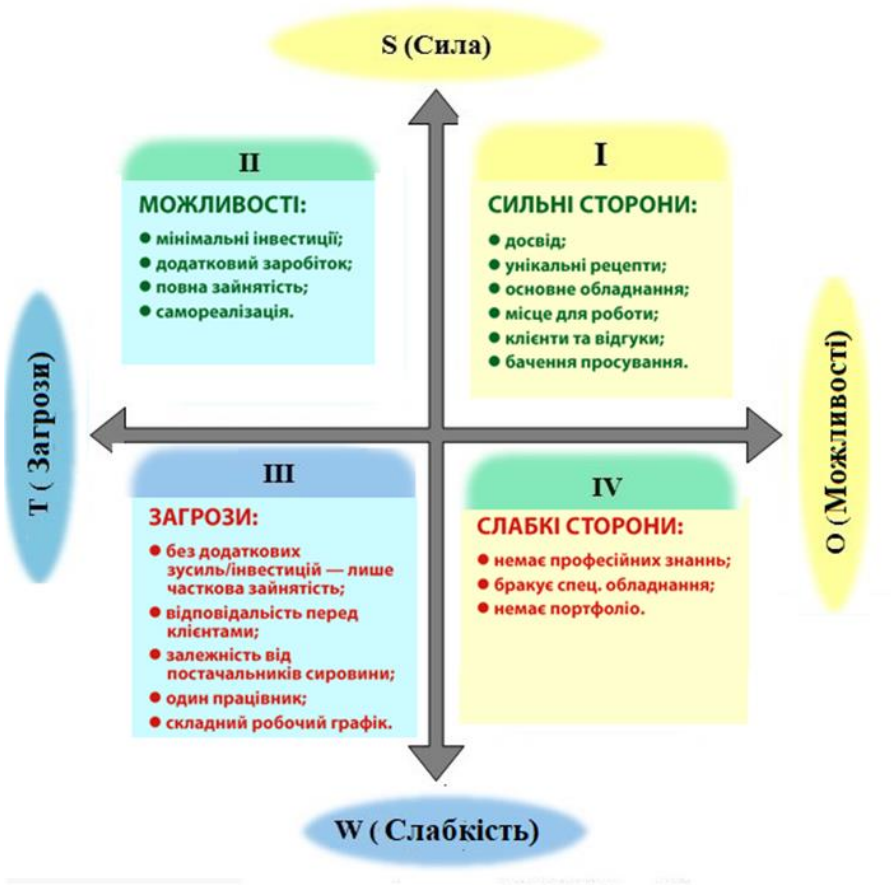


Рисунок 6.1 – Матриця SWOT-аналізу

- Вибір партнера з бенчмаркінгу. Проводиться пошук підприємств, які є еталонними, та проводиться визначення критеріїв, за якими проводитиметься оцінка та аналіз.

- Пошук інформації. Необхідно зібрати інформацію про своє підприємство та партнерів з бенчмаркінгу. Отримана інформація має

бути всебічно перевірена.

- Аналіз. Подальший аналіз дозволяє оцінити відмінності в ефективності, виявити причини свого відставання, досвід, який можна використати у себе.

- Використання. Здійснюється розробка плану застосування результатів бенчмаркінгу та процедур контролю.

Приклад 1. Розглянемо план бенчмаркінгу на прикладі «Запорізького хлібозаводу №3». Для виявлення сильних та слабких сторін підприємства скористаємося SWOT-аналізом (таблиця 6.1).

Даний аналіз дозволив виявити слабкі галузі діяльності підприємства та визначити об'єкти бенчмаркінгу:

- цінова стратегія підприємства;
- впровадження сучасних технологій та обладнання;
- підвищення кваліфікація кадрів;
- наявність системи менеджменту якості.

В якості еталона-конкурента було обрано підприємства регіону, які перевершують «Запорізький хлібозавод № 3» за обраними критеріями: ВАТ «Хлібокомбінат № 1» та «Запорізький хлібозавод № 5».

Зібрану інформацію про еталонні підприємства представлено в таблиці 6.2. Аналізуючи дані про конкурентів та дані таблиці 6.1 можна оцінити можливості застосування досвіду передових підприємств на «Запорізькому хлібозаводі № 3».

Таблиця 6.1 – SWOT-аналіз «Запорізького хлібозаводу № 3»

	Сильні сторони	Слабкі сторони
Внутрішні середовище	<ul style="list-style-type: none"> - Імідж підприємства у суспільному житті (участь у конкурсах, виставках); - Наявність фінансових ресурсів; - Наявність постійних клієнтів-покупців; - Широкий асортимент 	<ul style="list-style-type: none"> - Відсутність єдиної цінової стратегії; - Застаріле обладнання на деяких етапах виробництва; - Використання застарілих технологій виготовлення хліба; - Нестача кваліфікованого персоналу; - Відсутність елементів СУЯ

Зовнішнє середовище	Можливості	Загрози
	<ul style="list-style-type: none"> - Освоєння нових технологій, обладнання; - Розробка нових видів продукції; - Постійні постачальники, можливість одержати знижки при закупівлі сировини; - Інвестиційна підтримка 	<ul style="list-style-type: none"> - Текучість кваліфікованих кадрів; - Ріст цін на енергоресурси, транспортні послуги, сировину та матеріали; - Збільшення конкуренції на ринку; - Зміни курсу гривні

Результат аналізу представлено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Дані про еталонні підприємства

Критерії оцінки	«Запорізький хлібо завод № 5»	ВАТ «Хлібокомбінат № 1»	Можливість застосування досвіду на «Запорізькому хлібо заводі № 3»
Цінова політика підприємства	Стратегія престижних цін (висока ціна на товар, який має особливий рівень якості)	Стратегія оптових цін (зниження ціни в якості заохочення за разове придбання великої партії товару)	Можливі розгляд і застосування стратегії оптових цін, а також розробка гнучкої системи знижок
Впровадження сучасних технологій і обладнання	Впровадження новітньої лінії виробництва хліба фірми «Gostol»	Використовуються сучасні технології, але на деяких дільницях обладнання треба замінити	За наявності інвестиційної підтримки можливе впровадження новітніх ліній виробництва хліба

Продовження таблиці 6.2

Критерії оцінки	«Запорізький хлібо завод № 5»	ВАТ «Хлібокомбінат № 1»	Можливість застосування досвіду на «Запорізькому хлібо заводі № 3»
Підвищення кваліфікації персоналу	Рідко	Постійне підвищення	Можливе регулярне навчання персоналу та підвищення кваліфікації
Наявність системи управління якістю	Відсутня	Впроваджена СУЯ за стандартом ISO 9001:2015	Через нестачу кваліфікованих кадрів впровадження СУЯ за стандартом ISO 9001:2015 в найближчій час неможливе

Приклад 2.

Розглянемо приклад SWOT-аналізу для ВАТ «Атміс – цукор» (таблиці 6.3, 6.4).

Таблиця 6.3 – Матриця SWOT-аналізу

Сильні сторони	Можливості
<ul style="list-style-type: none"> - Репутація на ринку (товар конкурентоспроможний і користується масовим попитом кінцевих споживачів завдяки якості) (С1); - Високий ступінь дотримання договірних зобов'язань, як по відношенню до постачальників, так і по відношенню до споживачів (С2); - Присутність продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку (С3); - Розвинена система збуту (С4); - Висока і стабільна оплата праці (С5) - Низька зацікавленість рядових працівників у розвитку підприємства (Сл1); - Застаріле обладнання (Сл2); - Слабкий маркетинг (Сл3); - Невелика номенклатура продукції, що випускається (Сл4); - Стандартні методи просування продукції на різних ринках (Сл5); - Не проводяться маркетингові дослідження по вивченню нових каналів збуту (Сл6); - Недоступність фінанасів для зміни стратегії розвитку (Сл7) 	<ul style="list-style-type: none"> - Збільшення ринку збуту (М1); - Навчання персоналу (технічні навички, технологія продажу, маркетингові дослідження) (М2); - Придбання нового обладнання; (М3) - Розширення номенклатури продукції, що випускається (М4) - Зростання податків (З1); - Кліматичні умови (впливають на врожайність цукрових буряків) (З2); - Поява іноземних конкурентів з товарами низької вартості (З3); - Підвищення вимог споживачів (кондитерські фабрики та інші) (З4)

Таблиця 6.4 – Формулювання проблемного поля у рамках SWOT – матриці

		Сильні сторони					Слабкі сторони						
		C1	C2	C3	C4	C5	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5	Сл6	Сл7
Загрози	31												
	32		П1										
	33		П2					П5					
	34										П8		
Можливості	М1								П6				
	М2						П4						
	М3												П9
	М4			П3						П7			
<p>У таблиці:</p> <p>П1 — Посилення договірних зобов'язань з іноземними постачальниками;</p> <p>П2 — Прийняття правильних рішень в області менеджменту підприємства;</p> <p>П3 — Укріплення позицій підприємства;</p> <p>П4 — Участь у конкурсах;</p> <p>П5 — Підсилення контролю;</p> <p>П6 — Підвищення кваліфікації персоналу в області маркетингу;</p> <p>П7 — Збільшення обсягів виробництва;</p> <p>П8 — Проведення маркетингових досліджень по вивченню каналів збуту;</p> <p>П9 — Розширення номенклатури продукції</p>													

6.3 Завдання до роботи

а) Вибрати підприємство або підрозділ підприємства, в інтересах якого треба провести бенчмаркінгове дослідження. Це може

бути: машинобудівний завод або його окремі цехи; фабрика по випуску меблів; фабрика цукерок; транспортне підприємство чи таксомоторний парк; комбінат побутового обслуговування; окрема хімчистка, тощо.

б) Виявити сильні та слабкі сторони підприємства (SWOT-аналіз). Визначити об'єкти бенчмаркінгу.

в) Вибрати як еталони конкурентів, які значно перевершують ваше підприємство за обраними критеріями.

г) Зібрати інформацію про конкурентів та подати її у вигляді таблиці. Провівши аналіз отриманих даних та інформацію про можливості вашого підприємства, оцінити можливості застосування досвіду конкурентів.

6.4 Зміст звіту

Звіт, який оформлюється згідно стандарту [2], повинен містити наступні розділи:

- а) Мета роботи.
- б) Завдання до роботи.
- в) Хід виконання роботи.
- г) **Відповіді на контрольні запитання;**
- д) Висновок.

Якщо у тексті звіту використовуються посилання на літературні джерела, вони вказуються порядковим номером, взятим у квадратні дужки, а в кінці звіту розміщується розділ «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ», у якому дається опис джерел.

6.5 Контрольні запитання

1. Що таке бенчмаркінг?
2. Які види бенчмаркінгу існують?
3. Які основні етапи включає методика проведення бенчмаркінгу?
4. Розкажіть про призначення та сфери застосування бенчмаркінгу.
5. Які результати можна отримати від практичного застосування бенчмаркінгу?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7 «ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ТАГУТІ ПРИ АНАЛІЗІ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ТА ПОСЛУГ»

7.1 Мета роботи

Метою роботи є ознайомлення із методами управління якістю продукції з урахуванням її вартості.

7.2 Теоретичні відомості

Японський фахівець зі статистики Тагуті розробив ідеї математичної статистики стосовно завдань планування експерименту та контролю якості. Він запропонував вимірювати якість тими втратами, які змушене нести суспільство після того, як певний товар вироблено та надіслано споживачеві.

Класичне розуміння якості передбачає наявність номінального (ідеального) значення та поля допуску (прийняті відхилення від ідеалу). При переході через межі допуску виріб визнається бракованим. При цьому виходить, що вироби з незначними коливаннями визнаються якісними або бракованими (рисунок 7.1). Тагуті довів, що вартість відхилення від цільового значення (номіналу) зростає за квадратичним законом у міру віддалення від мети та передбачає наявність втрат за межами допуску (рисунок 7.2).

Тагуті запропонував характеризувати вироблені вироби стійкістю технічних характеристик та об'єднав вартісні та якісні показники у так звану функцію втрат, яка одночасно враховує втрати як з боку споживача, так і з боку виробника.

Функція втрат має такий вигляд:

$$L = k(y - m)^2, \quad (7.1)$$

де L – втрати для суспільства (величина, що враховує втрати споживача та виробника від бракованої продукції);

k – постійна втрат, що визначається з урахуванням витрат виробника;

y – значення функціональної характеристики, що вимірюється;

m – номінальне значення відповідної функціональної характеристики;

$(y - m)$ – відхилення від номіналу.

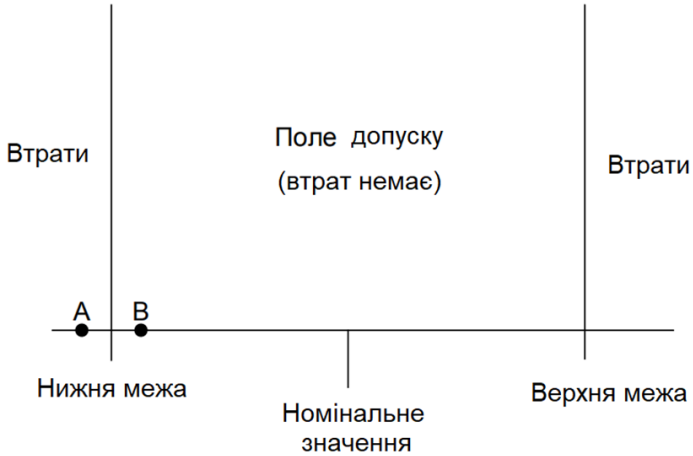


Рисунок 7.1 – Допускове мислення



Рисунок 7.2 – Мислення через функцію втрат

Практичне застосування функції втрат полягає в тому, що будь-яке відхилення від номіналу призводить до прямих або непрямих втрат для підприємства-виробника, гарантійних служб або споживачів.

Таким чином, якщо виробляється продукція, що відповідає цільовим значенням, це призводить до зниження витрат на якість, зменшення можливих витрат, пов'язаних з приймальними

випробуваннями, а також зниження ймовірності того, що в майбутньому компанія втратить свою репутацію.

Функція втрат також дозволяє інженеру встановити економічно обґрунтовані межі поля допуску, і навіть відповісти на питання, скільки грошей він може витратити на зменшення розкиду у процесі виготовлення чи у властивостях продукту.

Зі сказаного раніше стає ясно, що завданням **будь-якого виробництва є виробництво продукції з номінальними (цільовими) значеннями**. Але у будь-якої розсудливої людини, яка не чула про методи Тагуті, виникає питання: як же цього можна досягти? Для того, щоб це зробити, Тагуті пропонує повернутися до стадії проектування.

Перевага планування параметрів, запропонованого Тагуті, полягає в тому, що планування допомагає з'ясувати, які фактори важливі для зниження розкиду (**керовані фактори**), які важливі для утримання вихідної продукції на цільовому значенні (**сигнальні фактори**), а які фактично не мають значення (**другорядні фактори**) при досягненні цих цілей. Другорядні фактори варто встановити на найдешевших рівнях з метою зниження витрат, не створюючи жодних компромісів з якістю.

Важливий аспект методології Тагуті полягає в тому, що він не передбачає керувати кожним фактором, що враховується в технологічному процесі або виготовленні продукту. Ідея полягає в тому, щоб впливати лише на ті фактори, які здатні призвести до зниження витрат, причому робити це організованим, ретельно продуманим способом; ті ж чинники, управління якими неспроможне призвести до зниження витрат, слід ігнорувати.

Тагуті вводить поняття ідеальної функції. **Ідеальна функція** визначається ідеальним співвідношенням між сигналами на вході та виході, що виражається спеціальною формулою. Але реальні процеси показують результати, відмінні від передбачених ідеальною функцією.

Тагуті вводить поняття відхиляючого фактора (або «шуму»), що є причиною розкидання характеристик на робочому місці, а також вносить поправку в поняття випадкового відхилення. Фахівці з математичної статистики вважають, що на результат статистичного прогнозування впливають випадкові чинники. Тагуті дотримується думки, що всі відхилення та помилки мають свої причини та що існують не випадковості, а фактори, які іноді важко врахувати.

Фахівець, який використовує методи Тагуті, повинен володіти методами передбачення «шуму» в будь-якій галузі, чи це технологічний процес чи маркетинг.

Зовнішні «шуми» – це варіації довкілля: вологість; пил; індивідуальні особливості людини та ін. Шуми при зберіганні та експлуатації – це старіння, знос і т.п.

Внутрішні «шуми» – це виробничі неполадки, що призводять до розбіжностей між виробами навіть усередині партії продукції.

Тагуті створив надійний та витончений метод розрахунку, використовуючи ідею відношення «сигнал/шум», прийняту в електровз'язку. Ставлення «сигнал/шум» використовується Тагуті як стосовно вимірів, так і у ширшому сенсі – для проектування і оптимізації процесів. Відношення "сигнал/шум" стало основним інструментом інжинірингу якості. Це основне поняття, що має сенс відношення складової «сигналу» на виході до «шуму».

Якщо позначити значення параметра на вході (безліч вхідних даних, починаючи від якості верстата, матеріалу та кваліфікації працівника аж до чистоти приміщення) через M , складові «шуму» (дефекти матеріалу, помилки робітника) через $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, значення параметра на виході (у нашому випадку розглядається діаметр валу коробки передач автомобіля) через y , то y буде функцією M і «шуму»

$$y = f(M, x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (7.2)$$

Відношення "сигнал/шум" у загальному вигляді записується так:

$$C / Ш = \frac{(df / dM)^2}{(df / dx_1)^2 \cdot \sigma x_1^2 + \dots + (df / dx_n)^2 \cdot \sigma x_n^2}. \quad (7.3)$$

Тагуті запропонував 72 формули для розрахунку відношення «сигнал/шум», більшість яких пов'язані зі специфікою відповідних галузей техніки (електроніки, автомобілебудування, хімії тощо). Проте існують три стандартні загальновживані формули:

- Тип N: оптимальні номінальні характеристики (розміри, вихідна напруга тощо)

$$C / Ш = 10 \lg \frac{(Sm - Ve) / n}{Ve}, \quad (7.4)$$

де

$$Ve = \frac{\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2 / n}{n - 1};$$

$$Sm = \frac{(\sum y_i)^2}{n};$$

y_i – параметр i -го спостереження;

n – кількість спостережень.

- Тип S: оптимальні мінімальні характеристики (шум, забруднення тощо)

$$C / Ш = 10 \lg(\sum y_i)^2 / n. \quad (7.5)$$

- Тип В: оптимальні максимальні характеристики (міцність, потужність і т.д.)

$$C / Ш = 10 \lg \left[\sum (1 / y_i)^2 \right] / n. \quad (7.6)$$

Відношення «сигнал/шум» інтерпретується завжди однаково: що більше відношення, то краще. По суті, ця величина пов'язана з коефіцієнтом варіації щодо зафіксованих умов експерименту для керованих факторів. Стандартними методами знаходиться модель

$$C / Ш = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (7.7)$$

Розгляд такої моделі, поряд із моделлю для середніх значень, дозволяє знайти компромісний режим, який при досить високих середніх значеннях має найкращу добротність, тобто. найменше варіює під впливом некерованих факторів. При цьому можна використовувати як дисперсійний, так і регресивний аналіз. Втім, Тагуті рекомендує частіше користуватися графічними методами, не вдаючись до формальних обчислень.

На відміну від прийнятого в статистиці тлумачення відношення «сигнал/шум» як відношення різниці між початковим значенням та зміненим значенням до початкового значення, у методах Тагуті прийнято розглядати відношення різниці цих значень до середнього значення. Це дозволяє підвищити точність розрахунку, а отже, і надійність виробу.

При перенесенні методів Тагуті з лабораторних у реальні умови запропоновано запровадити для відношення «сигнал/шум» розрахунок стійкості. У цьому разі стійкість означає високу повторюваність реагування. Сама стійкість висловлює, певною мірою, взаємодію між «сигналом» і «шумом». При зміні шуму величина реагування змінюється. В результаті зміниться середнє значення. Розрахунок

стійкості параметрів проводиться відповідно до методу Тагуті не складними трудомісткими та дорогими способами, а новим методом експериментального проектування з використанням дисперсійного аналізу. У процесі експериментального проектування значення параметрів підбираються таким чином, щоб сигнал був якомога більшим, а шум якомога меншим.

7.3 Приблизна схема методу надійного проектування

а) Виявлення всіх факторів, що надають будь-який вплив на процес (методи мозкового штурму, експертний та інші).

б) Підготовка експерименту (кількість експериментів має бути не менше 16, кожен експеримент повинен проводитися не менше ніж із чотирма зразками). Будується матриця планування експерименту.

в) Проводяться експерименти. Отримані значення відповідних функціональних характеристик записуються у відповідні таблиці.

г) Для всіх експериментів за відповідними формулами розраховується значення співвідношення «сигнал/шум».

д) За допомогою дисперсійного чи кореляційного аналізу виявляється ступінь впливу кожного фактора на результат виміру. Якщо фактор слабо впливає на результат вимірювання – його встановлюють на найнижчому рівні. Для факторів, що значно впливають на кінцевий результат, з'ясовують, які маніпуляції треба з ними виконувати, щоб наблизитись до оптимуму (у разі кореляційного аналізу визначаємо пряму чи зворотну залежність із результатом).

е) Проводиться експеримент із урахуванням п. 5.

7.4 Завдання до роботи

а) Оцінити якість роботи продавців-консультантів магазину побутової техніки за критеріями, наведеними в таблиці 7.1.

б) Визначити постійні функції втрат за формулою (7.1) для кожного критерію.

в) Визначити втрати продавців-консультантів залежно від значень, набутих у результаті тестування.

Таблиця 7.1 – Критерії для оцінки

Критерій	Область значень	Номінальне значення	Межа поля допуску верхня	Межа поля допуску нижня	Результати тестування продавців-контролерів		
					Олена	Ігор	Андрій
Компетентна відповідь на мінімум питань	0-5 найважливіші характеристики товару/послуги	5	-	2 – штраф 200 грн.	2	5	3
Зовнішній вигляд	Відповідність стандартам: 1 – норма 2 – невеликі недоліки 3 – порушення стандарту 4 – грубе порушення	1	Невеликі недоліки – 50 грн. Порушення стандарту – 200 грн. Грубе порушення – 5000 грн.	-	2	2	3
Активність	Відношення часу контрольного інтервалу до часу, протягом якого продавець консультував клієнта	1	2 – вартість одного дня роботи продавця-консультанта (400 грн.)	-	1,4	1,1	1,3

г. Розрахувати сумарні втрати кожного продавця-консультанта.

а) Результати розрахунків подати у формі таблиці 7.2.

б) Зробити висновок рівня кваліфікації персоналу магазину побутової техніки.

7.5 Зміст звіту

Звіт, який оформлюється згідно з стандартам [2], повинен містити наступні розділи:

- а) Мета роботи.
- б) Завдання до роботи.
- в) Хід виконання роботи.
- г) Відповіді на контрольні запитання;
- д) Висновок.

Таблиця 7.2 – Результати розрахунків

Критерій	Постійна функція втрат k	Продавці-консультанти		
		Олена	Ігор	Андрій
		Втрати, грн.		
Компетентна відповідь на мінімум питань				
Зовнішній вигляд				
Активність				
Сумарні втрати, грн.				

Якщо у тексті звіту використовуються посилання на літературні джерела, вони вказуються порядковим номером, взятим у квадратні дужки, а в кінці звіту розміщується розділ «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ», у якому дається опис джерел.

7.6 Контрольні запитання

1. У чому практичне застосування функції втрат?
2. Як змінюється вартість продукції, спричинена відхиленням від цільового значення (номіналу)?
3. Що таке зовнішні шуми при застосуванні функції Тагуті?
4. Як пов'язана функція Тагуті з розкидом показників якості?
5. Як обчислюється відношення «сигнал/шум» у методах Тагуті?

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методы квалиметрии в машиностроении : учебное пособие / под ред. В.Я. Кершенбаума, Р.М. Хвастунова. – М. : Технонефтегаз, 1999. – 210 с.
2. СТП 15-1. Пояснювальна записка до курсових і дипломних проєктів (робіт). Вимоги і правила оформлення. – Введ. замість стандарту СТП 15-96. – 2011 р.
3. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии) / Г.Г. Азгальдов. – М. : Экономика, 1982. – 256 с.
4. Исследование систем управления : учебное пособие для вузов / В.В. Мыльник В.В., Б.П. Титаренко, В.А. Волочиенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Академический Проект ; Екатеринбург : Деловая книга, 2003. – 352 с.
5. Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1983. – 777 с.
6. ДСТУ 3279-95 . Стандартизація послуг. Основні положення. [Текст]. – Введений вперше; чинний з 1997-01-01. – К.: Держстандарт України, 1995. – 27 с.