

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

**СТРУКТУРИЗАЦІЯ ПОТРЕБ СПОЖИВАЧА
НА ОСНОВІ МЕТОДУ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичної роботи з дисциплін
«Управління якістю» та «Управління якістю в
машинобудуванні»

Для студентів спеціальностей:
133 Галузеве машинобудування
131 Прикладна механіка
усіх форм навчання

2023

Структуризація потреб споживача на основі методу експертних оцінок. Методичні вказівки до виконання практичної роботи з дисциплін «Управління якістю» та «Управління якістю в машинобудуванні» для студентів спеціальностей 133 Галузеве машинобудування, 131 Прикладна механіка усіх форм навчання / Укл.: Фролов М.В., Танченко С.В. - Запоріжжя: НУ «Запорізька Політехніка», 2023. - 24с.

Укладачі: М.В. Фролов, доц., к.т.н.
С.В. Танченко, ст. викл.

Рецензент: Дядя С.І., доц., к.т.н.

Відповідальний за випуск: Загородній В.П.

Затвержено на засіданні
кафедри Металорізальних
верстатів та інструментів
Протокол № 12 від 16/06/23

Рекомендовано
до видання НМК
Машинобудівного
факультету.
Протокол № 2 від 14/09/23

ЗМІСТ

	Стор.
1. Мета роботи	4
2. Короткі відомості про експертні оцінки	4
3. Завдання на підготовку до практичної роботи	7
4. Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи	7
5. Зміст роботи та звіту	8
6. Деякі теоретичні основи, зміст, порядок та приклад розрахунків	11
Рекомендована література	22
Додаток А. Ступені узгодженості в залежності від коефіцієнта конкордації W	23
Додаток Б. Критичні значення критерію згоди Пірсона χ^2	24

1. МЕТА РОБОТИ

- 1.1 Вивчити методику ранжирування та структурування потреб споживача за функціями виробів з використанням методу експертних оцінок для встановлення найбільш затребуваних на ринку;
- 1.2 Вивчити способи опитування та навчитися складати опитувальні листи (анкети);
- 1.3 Здобути практичні навички з математичної обробки результатів опитування для встановлення підсумкового рангу та ступеню його статистичної значущості з метою ранжування потреб споживача і формування технічного завдання на проектування виробу.

2. КОРОТКІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕКСПЕРТНІ ОЦІНКИ

У відповідності зі стандартом ISO 9000: 2015 **якість** будь яких виробів або послуг визначається як **здатність задовольнити замовників, а також передбаченим і непередбаченим впливом на відповідні зацікавлені сторони**. Поняття якості охоплює **не тільки передбачені функції та характеристики виробів але також їхні сприймані цінність та користь для замовника**.

Процес створення виробу починається з проекту та технічного завдання до нього. При чому технічне замовлення в тому числі має будуватися на передуючих йому маркетингових дослідженнях про ступінь важливості для замовника тих чи інших функцій та / або технічних характеристик. Що має на меті сперш спроекувати, а потім вивести на ринок виріб максимально затребуваний за своїми функціями та технічними характеристиками за розумною ціною.

Виріб що планується до виробництва є засобом задоволення реальних та віртуальних потреб людини. Весь процес що передуює підготовці виробництва, а потім і безпосередньо виробництву спрощено можна уявити як цикл:

а) **Аналіз пріоритетів потреб споживача та механізмів практичної реалізації цих потреб що реалізуються через функції та/або технічні характеристики виробів;**

б) **Синтез** засобів (пристроїв та технологій), що забезпечує раціональне відтворення вищезазначених функцій.

Результатом цього повинно стати створення виробів, що не тільки задовольняють потреби споживача але й відповідають національним та міжнародним регламентам з безпеки та екології.

Одним з ключових моментів в цьому процесі є визначення пріоритетів у потребах споживача (структурування потреб). Тоді на ринок з мінімальними затратами будуть потрапляти вироби, що відповідають реальним потребам певної категорії споживачів.

Одною з методик такого структурування є метод експертних оцінок (апріорне моделювання) на основі опитування певних спеціалістів в галузі - експертів. Отримані результати базуються на досвіді, інтуїції та знаннях спеціалістів відносно об'єкту що досліджується. Якщо у якості «експертів» виступають самі споживачі то таке опитування відноситься до соціологічних.

Думки, що отримуються від експерта часто виражаються у порядковій шкалі. Тобто експерт може сказати (та обґрунтувати): що визначений тип продукції буде більш привабливим для споживача, ніж інші; що один показник якості продукції важливіший ніж інший; перший технологічний об'єкт безпечніший ніж другий та ін. Але він не в змозі сказати, в скільки разів більш важливий або більш небезпечний. Тому експертів часто просять дати ранжирування (упорядкування) об'єктів експертизи, тобто розташувати їх у порядку зростання / зменшення (чи, точніше, не зменшення / не зростання) інтенсивності або вагомості характеристики, що цікавить організаторів опитування. Ранжирування визначаються та вивчаються за допомогою рангів. Ранг це номер об'єкта експертизи в упорядкованому ряду інших. Ранги визначаються числами – 1, 2, 3 і т.д.

Не дивлячись на суб'єктивну форму експертних оцінок, вони несуть в собі цілком об'єктивну інформацію. Виявлення цієї об'єктивної інформації шляхом обробки результатів цілеспрямованого опитування спеціалістів (експертів) є предметом апріорного моделювання.

Апріорне моделювання реалізується у декілька етапів:

- 1.Формулювання цілі дослідження;
- 2.Вибір експертів;

3. Вибір методу опитування;
4. Розробка опитувального листа (анкети);
5. Обробка результатів опитування.

Існують два основних методи опитування: заочне та очне. Серед позитивів заочного опитування є: відсутність особового контакту з експертом що виключає вплив дослідника на результати опитування; низька вартість. Але при цьому існує дуже висока імовірність отримання великої кількості незаповнених або частково заповнених анкет. Очне опитування дає кращі результати але потребує більших витрат часу та коштів; дослідник попри своє бажання може вплинути на результати відповідей. Тому при очному опитуванні потрібно мати детальний план бесіди і суворо дотримуватися визначених заздалегідь формулювань у запитаннях.

Достовірність оцінок групи експертів залежить від рівня знань та кількості членів. Зі збільшенням кількості членів достовірність експертизи усієї групи зростає. Характеристики групи експертів визначаються на основі індивідуальних характеристик експертів: *компетентності, креативності, конформізму, відношенню до експертизи, конструктивності мислення, колективізму, самокритичності*. Зазначені характеристики в основному оцінюються якісно, але для деяких є спроби ввести кількісні показники (не є предметом цієї роботи). Коротко про зазначені характеристики:

Компетентність – ступінь кваліфікації експерта.

Креативність – здатність вирішувати творчі завдання.

Конформізм – схильність до впливу авторитетів.

Відношення до експертизи – негативне чи пасивне відношення до проблеми, велика зайнятість та ін.. фактори значно впливають на здатність експерта виконувати свої функції.

Конструктивність мислення – експерт повинен видавати рішення що володіє якістю практичності.

Колективізм – повинен враховуватись при проведенні відкритих дискусій.

Самокритичність – виявляється при самооцінці ступеню своєї компетенції та при відношенні до інших експертів.

3. ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Для виконання практичної роботи рекомендується повторити та засвоїти: теоретичний матеріал присвячений експертним оцінкам, методам опитування, ранжируванню ознак, статистичній обробці та оцінці результатів апіорного моделювання (експертних оцінок).

Рекомендовані джерела: розділи 2, 6 цих Методичних вказівок; див. розділ «Рекомендована література»

4. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. У чому полягає сутність методу експертних оцінок?
2. Які типи завдань вирішуються експертами?
3. Які класи проблем вирішуються за допомогою методу експертних оцінок?
4. Перерахуйте етапи реалізації методу експертних оцінок?
5. Назвіть основні методи опитування, їх позитивні якості та недоліки?
6. Від чого залежить достовірність експертизи групи експертів?
7. Перерахуйте індивідуальні характеристики експертів та охарактеризуйте їх.
8. Що таке ранжирування та ранг?
9. Що таке вихідний ранг?
10. Які ранги називаються зв'язаними?
11. У яких випадках треба визначати модифікований ранг?
12. Як визначається модифікований ранг?
13. Яким показником характеризується ступінь узгодженості думок експертів?
14. Які значення приймає показник узгодженості думок експертів?
15. Що таке довірча вірогідність (рівень значущості). Які значення вона зазвичай приймає при аналізі експертних оцінок?
16. Який показник характеризує статистичну значущість результатів опитування?

17. Що означає підтвердження статистичної значущості отриманих результатів?

18. Для чого слугують масштабні (вагові) коефіцієнти?

19. Яким вимогам повинні відповідати вагові (масштабні) коефіцієнти?

20. В чому полягає метод середніх рангів при визначенні вагових коефіцієнтів?

21. В чому полягає метод парних порівнянь при визначенні вагових коефіцієнтів?

22. В чому є недолік методу парних порівнянь по відношенню до методу середніх рангів при визначенні вагових коефіцієнтів?

23. Надайте приклад використання масштабних (вагових) коефіцієнтів?

24. Дайте визначення якості

25. Якими нормативними документами регламентується все що пов'язано з якістю виробів та послуг?

5.3 МІСТ РОБОТИ ТА ЗВІТУ

На основі методу експертних оцінок структурувати функції та / або технічні характеристики обраного виробу (об'єкту дослідження) з метою з'ясування ступеню їх важливості для споживача задля подальшого задоволення його потреб.

Робота виконується групами студентів кількістю 3-5 чоловік (по узгодженню з викладачем) яка самостійно обирає об'єкт дослідження та узгоджує його з викладачем. В якості об'єкта рекомендується прийняти будь який складний побутовий виріб, наприклад телевізор, холодильник, мобільний телефон тощо.

Для обраного об'єкту дослідження:

5.1. Проаналізувати моделі та модифікації об'єкту дослідження що представлені на ринку різними виробниками з точки зору наявних функцій та/або технічних характеристик (показників) та скласти перелік з 12 – 15 (інколи до 20) таких показників.

- 5.2. Скласти опитувальний лист (анкету) (наприклад як наведено в табл. 5.1) до якого внести показники з п.5.1 та запропонувати групі експертів (потенційних споживачів) розставити ці функції в порядку зростання (зниження) значущості шляхом присвоєння їм відповідного місця (рангу).

Рекомендації

➤ В якості «експертів» бажано обирати людей приблизно однакової вікової та соціальної категорії. Наприклад: студенти, службовці, робітники тощо.

➤ Кількість «експертів» повинно бути не менше 25 – 30.

➤ «Експертам» слід детально пояснити правила заповнення анкети. Перш за все:

А. В якому порядку розташовувати функції (зростання або зниження значущості);

Б. Функціям можна присвоювати однакові ранги, якщо за думкою «експерта» вони рівнозначні.

- 5.3. За результатами опитування скласти підсумкову та підсумкову модифіковану матриці рангів. Визначити підсумкові (сумарні) ранги функцій.
- 5.4. Визначити ступінь узгодженості думок експертів шляхом розрахунку коефіцієнта конкордації
- 5.5. Визначити статистичну значущість отриманих результатів
- 5.6. Побудувати гістограму сумарних рангів.
- 5.7. Визначити вагові коефіцієнти показників які представити у вигляді кругової або іншої діаграми.

Таблиця 5.1 – Приклад оформлення опитувального листа

ОПИТУВАЛЬНИЙ ЛИСТ № <u>1</u>		
Визначте ступінь значущості, за Вашою думкою, функцій (вказати об'єкт) шляхом розташування їх у порядку зменшення значущості (присвоєння рангу): ❖ Ранг «1» присвоюється найбільш значущій функції, найбільший ранг - у найменш значущої функції ❖ Якщо декілька функцій, за Вашою думкою, мають однакову значущість - їм може бути присвоєний однаковий ранг		
i	ФУНКЦІЯ	РАНГ
1	«Функція А»	2
2	«Функція В»	4
3	«Функція С»	1
4	«Функція D»	6
5	«Функція E»	3
6	«Функція F»	1
7	«Функція G»	3
8	«Функція H»	3
9	«Функція I»	6
10	«Функція J»	5
11	«Функція K»	6
12	«Функція L»	6

5.8.Зробити висновки що стосуються пріоритетів споживачів, щодо функцій об'єкту, включаючи їх ваговий вплив; узгодженості думок експертів та статистичної значущості отриманих результатів

5.9. Оформити звіт.

Усі вищезазначені пункти, включно з аналізом виробу та його функцій, опитувальними листами, у повному обсязі та з необхідними поясненнями повинні бути відображені у звіті. Зміст розрахункової частини звіту повинен бути виконаний згідно п.5 Методичних вказівок.

6. ДЕЯКІ ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ, ЗМІСТ, ПОРЯДОК ТА ПРИКЛАД РОЗРАХУНКІВ

Як вже було зазначено вище, відомості про об'єкт дослідження, які мають експерти, носить суб'єктивний характер. Для кількісної оцінки таких відомостей використовуються порядкові шкали які встановлюють між елементами (властивостями або функціями об'єкту) або між декількома об'єктами співвідношення «рівно», «більше», «менше». Метод ранжирування полягає в розташуванні елементів (об'єктів) у порядку зменшення або збільшення ступеню володіння цією властивістю.

Якщо n елементів, що мають властивість X розташовані в порядку убутання (зростання) цієї властивості, тоді: X_i^j – місце або ранг i -го елемента серед $(n-1)$ елементів в цієї послідовності що визначений j – м експертом – назовемо його **вихідний ранг**. При цьому, кількість експертів – m .

Математична обробка результатів опитування методом середніх рангів здійснюється у послідовності наведеній нижче.

6.1. Визначити суму рангів та при необхідності модифікувати їх.

Якщо j -м експертом всім n елементам присвоєні різні ранги, то сума рангів буде дорівнювати:

$$K = \sum_{i=1}^n X_i^j = \frac{n(n+1)}{2} \quad (6.1)$$

Якщо експерт декільком елементам присвоїть однакові ранги (як наприклад в табл. 5.1) – такі ранги називаються зв'язаними, то їх суму

неможливо буде обчислити за рівнянням (6.1), подальшу ж обробку результатів можна виконувати тільки за цієї умови. Тому ранги треба модифікувати. Якщо позначити:

r – Ранг, що визначив експерт;

q_r – кількість однакових рангів r ;

Тоді модифікований ранг $\tilde{X}_i^j(r)$ визначається наступним чином:

$$Q_r = \sum_{k=1}^r q_k \quad (6.2)$$

$$\tilde{X}_i^j(r) = \frac{Q_r(Q_r + 1) - Q_{r-1}(Q_{r-1} + 1)}{2q_r}$$

Якщо експерт усім елементам виставить різні ранги, то модифікований ранг буде дорівнювати вихідному

Приклад

Розрахунок для даних наведених в табл. 5.1 буде виглядати наступним чином:

Кількість елементів $n=12$

Сума рангів за рівнянням (6.1) повинна дорівнювати $K=78$, але оскільки декілька елементів мають однакові (зв'язані) ранги, то ранги потребують модифікації (Див. табл. 6.1)

Таблиця 6.1 – Модифікація рангів j -го експерта

Ранг r	q_r	Q_r	$\tilde{X}_i^j(r)$
1	2	2	1.5
2	1	3	3
3	3	6	5
4	1	7	7
5	1	8	8
6	4	12	10.5

Зазначений розрахунок модифікованих рангів може бути виконаний в програмі Microsoft XL за допомогою вбудованої функції

RANK.AVG(Поточний вихідний ранг;Діапазон вихідних рангів;1)

6.2. Звести модифіковані ранги усіх експертів в єдину таблицю – матрицю рангів (Табл. 6.2). Та підрахувати сумарний ранг по кожному елементу / функції - R_{si}

$$R_{si} = \sum_{j=1}^m \tilde{X}_i^j \quad (6.3)$$

Приклад.

Ранги визначені за таблицею 6.1 віднесені до експерта 1.

Таблиця 6.2 – Матриця модифікованих рангів

Експ.	Функції											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	3	7	1,5	10,5	5	1,5	5	5	10,5	8	10,5	10,5
2	1,5	5	1,5	10	5	3	5	7	10	8	10	12
3	1	4	3	8	5	2	6	7	9	10	12	11
4	1	5,5	2,5	8,5	5,5	2,5	4	7	8,5	11	11	11
5	2,5	4	2,5	8	5,5	1	5,5	8	8	10,5	12	10,5
6	1	3	4	8	5	2	6	7	9	12	10	11
7	1,5	4,5	3	8	4,5	1,5	6	8	8	10	11	12
8	1,5	4,5	3	8,5	4,5	1,5	6,5	6,5	8,5	10	11,5	11,5
	13	37,5	21	69,5	40	15	44	55,5	71,5	79,5	88	89,5

6.3. Розрахувати середній сумарний ранг $\bar{R}$

$$\bar{R} = \frac{1}{2}m(n+1) \quad (6.4)$$

Приклад.

Кількість експертів $m = 8$ - $\bar{R} = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot (12 + 1) = 52$

6.4. Розрахувати суму квадратів різниць між сумарним рангом, та середнім:

$$S = \sum_{i=1}^n (R_{si} - \bar{R})^2 \quad (6.5)$$

Приклад

$$\begin{aligned} S = & (13 - 52)^2 + (37,5 - 52)^2 + (21 - 52)^2 + (69,5 - 52)^2 + \\ & + (40 - 52)^2 + (15 - 52)^2 + (44 - 52)^2 + (55,5 - 52)^2 + \\ & + (71,5 - 52)^2 + (79,5 - 52)^2 + (88 - 52)^2 + \\ & + (89,5 - 52)^2 = 8426,5 \end{aligned}$$

6.5. Для кожного рядка (експерта), визначити кількість зв'язаних рангів у кожній групі рівних рангів - t_{jk} , та розрахувати показники зв'язаних рангів T_j , та їх суму U :

$$T_j = \sum_{k=1}^{H_j} (t_{jk}^3 - t_{jk}) \quad (6.6)$$

$$U = \sum_{j=1}^m T_j$$

У формулах (6.6): H_j - кількість груп зв'язаних рангів у рядку, що відповідає експерту j .

Якщо зв'язаних рангів в рядку j немає - $T_j = 0$

Результати розрахунку записати у табл. 6.3

Приклад

Для експерта 1: $T_1 = [(2^3 - 2) + (3^3 - 3) + (4^3 - 4)] = 90$

Таблиця 6.3 - Розрахунок показника зв'язаних рангів T_j

Експерт j	Зв'язані ранги	Hj	tjk	Tj
1	1.5	3	2	90
	5		3	
	10.5		4	
2	1.5	3	2	54
	3		3	
	10		3	
3	-	0	0	0
4	2.5	3	2	36
	5.5		2	
	11		3	
5	2.5	4	2	42
	5.5		2	
	8		3	
	10.5		2	
6	-	0	0	0
7	1.5	3	2	36
	4.5		2	
	8		3	
8	1.5	5	2	30
	4.5		2	
	6.5		2	
	8.5		2	
	11.5		2	
$U = \sum_{j=1}^8 T_j$				288

6.6. Розрахувати коефіцієнт конкордації (Кендала) W , який характеризує узгодженість думок експертів.

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n) - m \cdot U} \quad (6.7)$$

Коефіцієнт конкордації може приймати значення від 0 до 1. $W=1$ якщо всі експерти дадуть однакові оцінки і $W \rightarrow 0$ якщо думки експертів зовсім не узгоджені.

Ступінь узгодженості думок експертів в залежності від значення W визначається з Додатку А.

Якщо узгодженість відсутня або слаба ($W < 0.3$) – **висновків з результатів опитування робити не можна**. Однією з причин цього може бути невірний вибір експертів.

Якщо ж $W > 0.3$, то остаточні висновки про результати опитування можна робити тільки після визначення статистичної значущості отриманих результатів.

Приклад.

Для наведених даних

$$W = \frac{12 \cdot 8426.5}{8^2(12^3 - 12) - 8 \cdot 288} = 0.94$$

Згідно з Додатком А - ступінь узгодженості дуже суттєва.

6.7. Розрахувати статистичну значущість отриманих результатів.

Розрахунок статистичної значущості здійснюється з метою підтвердження (або спростування) гіпотези про узгодженість експертів.

При кількості елементів $n > 7$ статистична значущість визначається за критерієм згоди Пірсона χ^2 .

Якщо зв'язані ранги відсутні, χ^2 визначається за рівнянням (6.8)

$$\chi^2 = W \cdot m \cdot (n - 1) \quad (6.8)$$

При наявності зв'язаних рангів – за рівнянням (6.9)

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot S}{m \cdot n \cdot (n + 1) - \frac{U}{n - 1}} \quad (6.9)$$

Отримане значення треба порівняти з критичним $\chi^2_{кр}$, що визначається з Додатку Б для довірчої імовірності α (зазвичай не менше 0,95) та числа ступенів свободи ν :

$$\nu = n - 1 \quad (6.10)$$

Якщо виконується умова $\chi^2 > \chi^2_{кр}$ то отримані результати статистично значущі – гіпотеза про узгодженість експертів підтверджується..

Якщо ж $\chi^2 \leq \chi^2_{кр}$ – то отримані результати статистично не значущі. Це може свідчити про недостатню кількість експертів, або про недостатній (низький) рівень отриманого коефіцієнту конкордації W для наявної кількості експертів. У цьому разі **не можна робити достовірних висновків з отриманих результатів і робота потребує перегляду.**

Приклад.

Оскільки в нашому випадку наявні зв'язані ранги, то критерій χ^2 визначається за рівнянням (6.9):

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot 8426,5}{8 \cdot 12 \cdot (12 + 1) - \frac{288}{12 - 1}} = 82.76$$

З Додатку Б для $\nu = 12 - 1 = 11$ та довірчої імовірності $\alpha = 0,99$ визначаємо $\chi^2_{кр} = 24.72$

Оскільки $82.76 > 24.72$ – гіпотеза про статистичну значущість отриманих даних не відкидається з імовірністю 99%.

6.8. Зробити висновки про пріоритети споживачів стосовно зазначених в опитуванні функцій на основі сумарних рангів, та побудувати гістограму, розташувавши функції у порядку зменшення або збільшення пріоритету (див. Рис. 6.1)

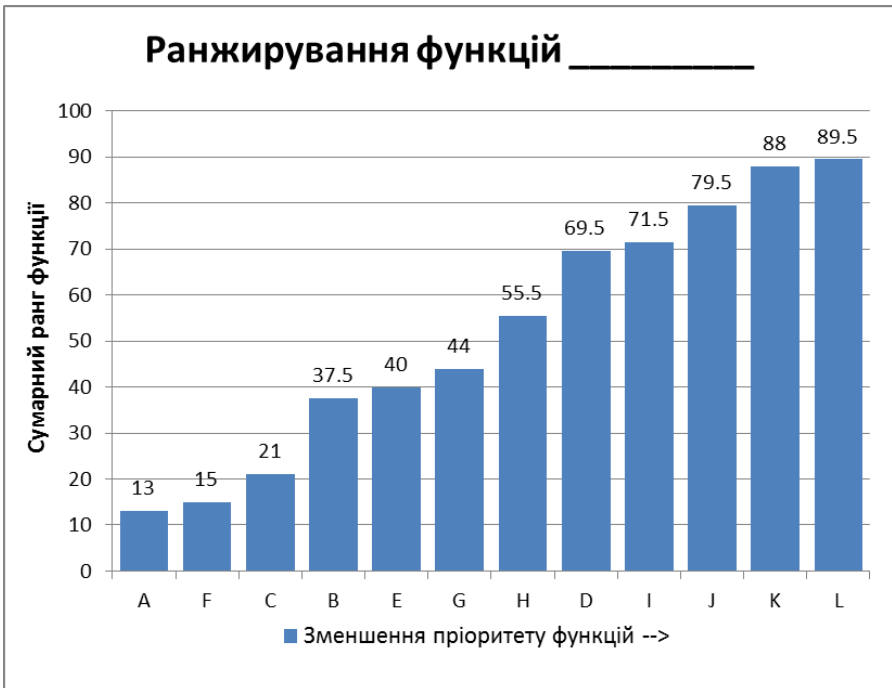


Рисунок 6.1. – Приклад побудови гістограми рангів (пріоритетів) за результатами опитування

Приклад

Оскільки у наведеному прикладі збільшення рангу свідчить про зменшення пріоритету – гістограма буде виглядати як на Рис. 6.1

6.9. Розрахувати вагові (масштабні) коефіцієнти за результатами опитування.

Ще одним показником пріоритету є вагові або масштабні коефіцієнти a_i які в багатьох випадках слугують для формалізації прийняття рішень, формування цільової функції в багатокритеріальній оптимізації (наприклад функції якості), створення комплексного критерію оптимальності та ін. В функції якості вони демонструють ступінь (вагу) впливу одного показника, серед інших, на вибір споживача.

Зважена квадратична функція якості має вигляд:

$$F = \sum_{i=1}^N a_i (Y_i - Y_{0i})^2 \rightarrow \min \quad (6.11)$$

Де Y_i – дійсне значення показника якості; Y_{0i} – цільове значення показника якості.

Вагові коефіцієнти повинні відповідати вимогам:

$$\begin{cases} a_i \geq 0 \\ \sum_{i=1}^n a_i = 1 \end{cases} \quad (6.12)$$

За результатами опитування вони можуть бути визначені методом Уея – одним з найпростіших методів парних порівнянь з використанням матриці Бержа.

Матриця парних порівнянь Бержа виглядає наступним чином:

$$A = \|\lambda_{ij}^+\| \quad (6.13)$$

Де λ_{ij}^+ приймає значення:

- $\lambda_{ij}^+ = 0$ якщо показник i менш важливий ніж показник j ;
- $\lambda_{ij}^+ = 1$ якщо показники i та j рівнозначні;
- $\lambda_{ij}^+ = 2$ якщо показник i більш важливий ніж показник j

Ваговий коефіцієнт показника i буде визначатися за формулою:

$$a_i = \frac{\sum_{j=1}^N \lambda_{ij}^+}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \lambda_{ij}^+} \quad (6.14)$$

Даний метод враховує що деякі показники більш важливі ніж інші, але не враховує на скільки. Цього недоліку позбавлений метод середніх рангів. За цим методом вагові коефіцієнти визначаються за формулою:

$$a_i = \frac{\sum_{j=1}^m R_{ij}^1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij}^1} \quad (6.15)$$

Або а процентах:

$$A_i = a_i \cdot 100\% \quad (6.16)$$

Тут R_{ij}^1 – Перетворений ранг критерію і у експерта j

Перетворення полягає в тому, що значення 0 отримує критерій з малим рангом, 1 – наступний за ним і т.д.

Приклад.

Ранги перетворені для визначення вагових коефіцієнтів, отримані на основі Табл.6.2, наведені в Табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Перетворені ранги

Експ.	Функції											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	4	2	5	0	3	5	3	3	0	1	0	0
2	7	4	6	1	4	5	4	3	1	2	1	0
3	11	8	9	4	7	10	6	5	3	2	0	1
4	6	3	5	1	3	5	4	2	1	0	0	0
5	6	5	6	3	4	7	4	2	2	1	0	1
6	11	9	8	4	7	10	6	5	3	0	2	1
7	8	5	6	3	5	7	4	3	3	2	1	0
8	7	4	5	2	4	6	3	3	2	1	0	0
$\sum_{j=1}^m R_{ij}^1$	60	40	50	18	37	55	34	26	15	9	4	3

Загальна сума рангів:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij}^1 = 351$$

Використовуючи формулу (6.15) визначаємо вагові коефіцієнти (Див. Табл. 6.5):

Таблиця 6.5 – Вагові коефіцієнти

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
a_i	0,17	0,11	0,14	0,05	0,11	0,16	0,10	0,07	0,04	0,03	0,01	0,01

З таблиці 6.5 видно, що найбільший ваговий вплив на вибір споживача (0,17 або 17%) має функція «А», далі – «F» (16%) і т.д. Найменшу вагу мають функції «K» та «L» - 1%. Наглядно результат може бути продемонстрований круговою діаграмою (Рис. 6.2)

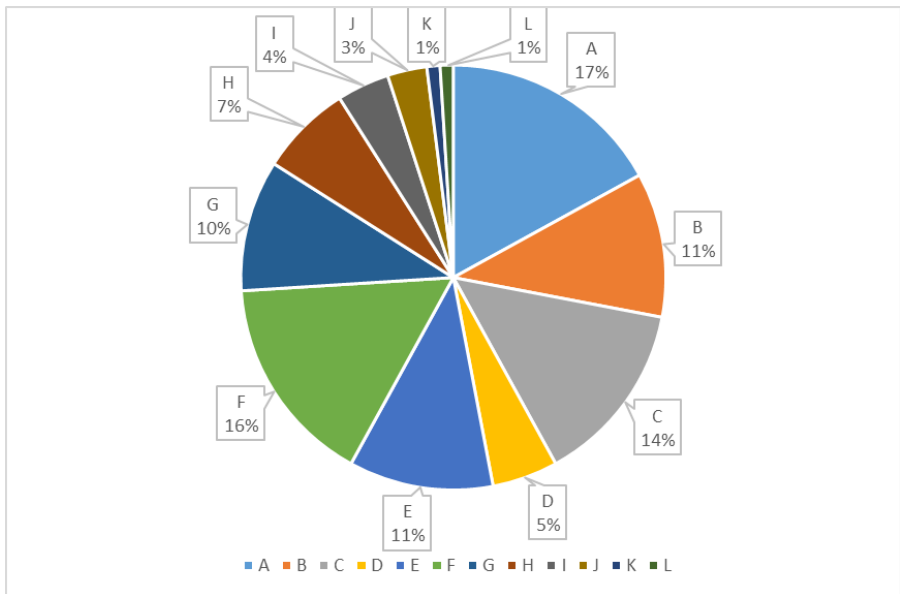


Рисунок 6.2. – Приклад побудови кругової діаграми вагового впливу функцій на вибір споживача.

6.10. Зробити висновки і оформити звіт виходячи з отриманих результатів та з урахуванням вимог пп.5.7 та 5.8

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів: ДСТУ ISO 9000: 2015- [Чинний від 2016-07-01].- ДП «УкрНДНЦ», 2016. - 45с.-(Національний стандарт України).
2. Системи менеджменту якості. Вимоги: ДСТУ ISO 9001:2015 - [Чинний від 2016-07-01].-К.:ДП «УкрНДЦ», 2016.-22с.-(Національний стандарт України).
3. Шаповал, М.І. Менеджмент якості / М.І. Шаповал. – К.: Знання, 2007. – 471 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Управління якістю». Для студентів спеціальностей: 133 Галузеве машинобудування - освітня програма «Металорізальні верстати та системи»; 131 Прикладна механіка - освітня програма «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл.: М.В.Фролов, С.І. Дядя. – ЗНТУ, 2018. – 154 с.
5. Лойко Д.П. Управління якістю : навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / Д.П. Лойко, О.В. Вотченікова, О.П. Удовіченко, М.А. Котляр. – Львів: Магнолія 2006, 2010. – 336 с
6. Ирзаев, Г. Х. Экспертные методы управления технологичностью промышленных изделий [Текст] / Г. Х. Ирзаев. – М.: Инфра Инжиниринг, 2010. – 192с

Додаток А**Ступені узгодженості в залежності від
коефіцієнта конкордації W**

W	Ступінь узгодженості
0,1 – 0,3	Слаба
0,3 – 0,5	Помірна
0,5 – 0,7	Помітна
0,7 – 0,9	Суттєва
0,9 – 0,99	Дуже суттєва

Додаток Б

Критичні значення критерію згоди Пірсона χ^2

v	Довірча вірогідність α				
	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
1.	1.6424	2.7055	3.8415	5.4119	6.6349
2.	3.2189	4.6052	5.9915	7.8240	9.2103
3.	4.6416	6.2514	7.8147	9.8374	11.3449
4.	5.9886	7.7794	9.4877	11.6678	13.2767
5.	7.2893	9.2364	11.0705	13.3882	15.0863
6.	8.5581	10.6446	12.5916	15.0332	16.8119
7.	9.8032	12.0170	14.0671	16.6224	18.4753
8.	11.0301	13.3616	15.5073	18.1682	20.0902
9.	12.2421	14.6837	16.9190	19.6790	21.6660
10.	13.4420	15.9872	18.3070	21.1608	23.2093
11.	14.6314	17.2750	19.6751	22.6179	24.7250
12.	15.8120	18.5493	21.0261	24.0540	26.2170
13.	16.9848	19.8119	22.3620	25.4715	27.6882
14.	18.1508	21.0641	23.6848	26.8728	29.1412
15.	19.3107	22.3071	24.9958	28.2595	30.5779
16.	20.4651	23.5418	26.2962	29.6332	31.9999
17.	21.6146	24.7690	27.5871	30.9950	33.4087
18.	22.7595	25.9894	28.8693	32.3462	34.8053
19.	23.9004	27.2036	30.1435	33.6874	36.1909
20.	25.0375	28.4120	31.4104	35.0196	37.5662
21.	26.1711	29.6151	32.6706	36.3434	38.9322
22.	27.3015	30.8133	33.9244	37.6595	40.2894
23.	28.4288	32.0069	35.1725	38.9683	41.6384
24.	29.5533	33.1962	36.4150	40.2704	42.9798
25.	30.6752	34.3816	37.6525	41.5661	44.3141