

Експериментальні дослідження проводили за стандартною методикою [10], як магніточутливі елементи використовувались безкорпусні транзистори. Величину магнітної індукції вимірювали за допомогою приладу типу Щ4310.

Висновки. Розроблено математичну модель частотного магнітного перетворювача на основі магніточутливих біполярних транзисторів, які реалізують як ємність, так і індуктивність коливального контуру, що дозволило підвищити чутливість перетворювача. На основі математичної моделі розраховані функція перетворення і чутливість.

1. Викулин И.М., Стафеев В.И. Полупроводниковые датчики. – М., 1975. 2. Schaumburg H. Sensoren. Т.3. В.Г. Teubner Stuttgart, 1992. 3. Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. – М., 1990. 4. Патент Российской Федерации №2068568. Полупроводниковый датчик магнитного поля / Осадчук В.С., Осадчук Е.В., Осадчук А.В. // Бюл. изобр. –1996. -№30. 5. Осадчук В.С., Осадчук А.В. Исследование частотного магнитного преобразователя на основе транзисторной структуры с отрицательным сопротивлением // Elektronika ir Elektrotechnika. 1999. №3(21). -Р.12-16. 6. Осадчук О.В. Математична модель магнітного перетворювача на основі транзисторної структури з від'ємним опором // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. – №3. – С.59-63. 7. Осадчук В.С., Осадчук О.В. Реактивні властивості транзисторів і транзисторних схем. –Вінниця, 1999. 8. Разевиг В.Д. Применение программ P-CAD и Pspice для схемотехнического моделирования на ПЭВМ: В 4-х вып. Вып.3: Моделирование аналоговых устройств. –М., 1992. –120 с. 9. Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств: Справочник. –М., 1991. 10. Шрамков Е.Г. Электрические измерения. – М., 1972.

УДК 658.562.4

В.Р. Куць, П.Г. Столярчук

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра метрології, стандартизації та сертифікації

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ВАЖЛИВОСТІ ПРИ КОМПЛЕКСНІЙ ОЦІНЦІ ЯКОСТІ ЗА НОМІНАЛЬНИМИ І ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИМИ ЗНАЧЕННЯМИ ПОКАЗНИКІВ

© Куць В.Р., Столярчук П.Г., 2001

Показано, що за певних умов коефіцієнти важливості можуть бути визначені за номінальними і гранично допустимими значеннями одиничних показників якості.

Under certain conditions, the authors prov, the weight factors can be determined from the rated and extreme permissible values of individual quality indices.

При кількісній оцінці якості продукції часто застосовуються комплексні показники, які залежать від декількох вихідних показників якості [1–3 та ін.].

В тих випадках, коли не є можливим вихідні показники якості зв'язати функціонально залежністю за допомогою математичної моделі, яка відображає основне

призначення продукції, використовуються комплексні усереднені показники типу середнього зваженого арифметичного, середнього зваженого геометричного, середнього зваженого гармонічного і т.д. [3, 4].

Вибираючи комплексні усереднені показники, необхідно:

1. Обґрунтувати вибір способу усереднення вихідних показників якості. Методи такого обґрунтування розглянуті в [3-7].

2. Обґрунтувати метод визначення числових значень коефіцієнтів важливості, які входять у вибраній вираз для комплексного усередненого показника.

Для вирішення цієї задачі завжди необхідно залучати деяку додаткову інформацію. Так, в [5, 6] при комплексній оцінці якості різнорідної продукції за допомогою індексів такою інформацією є відомості про обсяги випуску продукції; у [7] при побудові узагальненого показника якості виробів, що використовуються в різних умовах, враховуються дані про запланований розподіл виробів по різних групах умов їх використання; при встановленні значень коефіцієнтів важливості з допомогою експертів [1] використовується попередній досвід і т.д.

Пропонована нижче методика визначення коефіцієнтів важливості основана на використанні інформації, що міститься в номінальних і гранично допустимих значеннях вихідних показників якості. Ці значення часто задаються в різноманітних нормативно-технічних документах, що визначають вимоги до продукції заданої якості.

1. Основні поняття і обмеження

У [3] показано, що різні типи комплексних усереднених показників якості шляхом відповідної заміни вихідних показників можуть бути приведені до середнього зваженого арифметичного показника (K_+):

$$K_+ = M_1 \cdot P_1 + M_2 \cdot P_2 + \dots + M_n \cdot P_n = \sum_{i=1}^n M_i \cdot P_i, \quad (1)$$

де P_i – i -й вихідний показник якості; M_i – коефіцієнт важливості для i -го показника якості

$$\sum_{i=1}^n M_i = 1, \quad \text{всі } M_i \geq 0 \quad (2)$$

У зв'язку з тим можна обмежитись визначенням коефіцієнтів важливості тільки для цього показника. Вважатимемо, що вихідні показники якості вибрані так, що їх збільшення відповідає покращанню якості.

Символами \bar{P}_i і $P_i^{(0)}$ позначимо відповідно номінальне і гранично допустиме значення i -го показника якості P_i .

Для продукції, що задовольняє висунуті вимоги, повинна виконуватися умова:

$$P_i \geq P_i^{(0)}, \quad i = 1, \dots, n. \quad (3)$$

Якщо хоча б для одного показника умова (3) порушується, то продукція вважається такою, що не задовольняє висунуті вимоги, і бракується.

Для того, щоб знайти зв'язок між номінальними значеннями $\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n$, гранично допустимими значеннями $P_1^{(0)}, P_2^{(0)}, \dots, P_n^{(0)}$ і коефіцієнтами важливості M_1, M_2, \dots, M_n показника (1), приймемо такі основні обмеження.

Обмеження 1. Існує цільова функція

$$S = S(P_1, P_2, \dots, P_n), \quad (4)$$

яка характеризує загальний корисний ефект від кожного можливого варіанта продукції, що позначається набором показників якості $\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$.

Будемо вважати, що цільова функція (4) є диференційованою і неспадною по кожному аргументу.

Обмеження 2. Номінальне значення показників якості $\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n$, комплексний показник (1) і цільова функція (4) задовольняє такі вимоги:

$$\text{якщо} \quad \sum_{i=1}^n M_i \cdot P_i \leq \sum_{i=1}^n M_i \cdot \bar{P}_i, \quad (5)$$

$$\text{то} \quad S(P_1, P_2, \dots, P_n) \leq S(\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n). \quad (6)$$

Згідно із цим обмеженням, якщо деякий варіант продукції з показниками якості $\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ за оцінкою з допомогою комплексного показника (1) не має переваг перед варіантом, котрий характеризується сукупністю номінальних значень показників якості (5), то за результатами оцінки із допомогою цільової функції (4) повинні бути отримані аналогічні висновки (6).

А це означає, що номінальні значення показників якості і комплексний показник (1) вибрані правильно і відповідають цільовій функції (4).

Обмеження 3. Гранично допустимі значення показників якості $P_1^{(0)}, P_2^{(0)}, \dots, P_n^{(0)}$ задовольняють таку умову:

$$\begin{aligned} S(P_1^{(0)}, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_{n-1}, \bar{P}_n) &= S(\bar{P}_1, \bar{P}_2^{(0)}, \dots, \bar{P}_{n-1}, \bar{P}_n) = \dots = S(\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, P_{n-1}^{(0)}, \bar{P}_n) = \\ &= S(\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_{n-1}, P_n^{(0)}) = S^{(0)}. \end{aligned} \quad (7)$$

Згідно з цією умовою значення цільової функції (4) однакові і дорівнюють $S^{(0)}$ в усіх випадках, коли один із показників якості досягає гранично допустимого значення, а всі інші мають номінальні значення.

Зазначимо, що всі вказані випадки є граничними в тому розумінні, що будь-яке подальше погіршення показника, що має гранично допустиме значення, згідно із (3), призводить у всіх випадках до однакового результату: переведення продукції до категорії браку. Тому значення цільової функції (4) для всіх цих випадків повинні бути однакові і відповідати нижній межі значень цієї функції для продукції необхідної якості.

Прийняте обмеження означає, що гранично допустимі значення показників якості встановлені правильно і узгоджуються з цільовою функцією (4).

2. Визначення коефіцієнтів важливості

Виведемо формули, що пов'язують коефіцієнти важливості із виразу (1) із номінальними і гранично допустимими значеннями показників якості.

Із умов (5) і (6) випливає, що сукупність номінальних значень $\{\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n\}$ можна розглядати як розв'язання такої задачі оптимізації:

$$S(\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n) = \max_{\{P_1, P_2, \dots, P_n\}} S(P_1, P_2, \dots, P_n) \quad (8)$$

при

$$\sum_{i=1}^n M_i \cdot P_i \leq \bar{K}, \quad (9)$$

$$\bar{K}_+ = \sum_{i=1}^n M_i \cdot \bar{P}_i. \quad (10)$$

Тому в «точці» $\{ \bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n \}$ повинні виконуватися співвідношення:

$$\frac{\partial S(\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n)}{\partial P_i} - \lambda \frac{\partial [\sum_{i=1}^n M_i \cdot P_i]}{\partial P_i} = 0, \quad (i=1, \dots, n), \quad (11)$$

де $\lambda > 0$ – множник Лагранжа.

Враховуючи умову (2), отримаємо:

$$M_i = \frac{\frac{\partial S(\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n)}{\partial P_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{\partial S(\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n)}{\partial P_i}}, \quad (i=1, \dots, n). \quad (12)$$

Вважаючи, що на ділянці між номінальними і гранично допустимими значеннями цільова функція (4) змінюється достатньо плавно, замінимо в (12) похідні цієї функції відношеннями відповідних приростів функції і аргументів:

$$M_i \cong \frac{\frac{\Delta S_i}{\Delta P_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta S_i}{\Delta P_i}}, \quad (i=1, \dots, n), \quad (13)$$

де

$$\Delta S_i = S(\bar{P}_1, \dots, \bar{P}_i, \dots, \bar{P}_n) - S(\bar{P}_1, \dots, P_i^{(0)}, \dots, \bar{P}_n),$$

$$\Delta P_i = \bar{P}_i - P_i^{(0)}.$$

Згідно із умовою (7)

$$\Delta S_i = S(\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_i, \dots, \bar{P}_n) - S^{(0)} = const, \quad (i=1, \dots, n). \quad (14)$$

Із (13) і (14) отримаємо:

$$M_i \cong \frac{1}{\frac{\bar{P}_i - P_i^{(0)}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\bar{P}_i - P_i^{(0)}}}}, \quad (i=1, \dots, n). \quad (15)$$

Співвідношення (15) пов'язують значення коефіцієнтів важливості M_1, M_2, \dots, M_n , які є складовими виразу для комплексного показника (1) з номінальними і гранично допустимими значеннями $\bar{P}_1, \dots, \bar{P}_n; P_1^{(0)}, \dots, P_n^{(0)}$ усереднених показників якості.

Згідно із цими співвідношеннями коефіцієнти важливості в формулі (1) повинні бути обернено пропорційними до різниці відповідних номінальних і гранично допустимих значень показників якості.

Зауваження 1. Якщо вихідні показники якості вибрані так, що їх зменшення відповідає покращанню якості, то співвідношення (15) залишаться справедливими. У цьому випадку доцільно поміняти місцями номінальні і гранично допустимі значення показників якості:

$$M_i \cong \frac{1}{\frac{P_i^{(0)} - \bar{P}_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{P_i^{(0)} - \bar{P}_i}}}, \quad (i=1, \dots, n). \quad (16)$$

Комплексний показник	Коефіцієнти важливості
$K = \sum_{i=1}^n M_i \cdot P_i$	$M_i = \frac{1}{\frac{\bar{P}_i - P_i^{(0)}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\bar{P}_i - P_i^{(0)}}}}$
$K = \prod_{i=1}^n P_i^{M_i}$	$M_i = \frac{\lg \frac{\bar{P}_i}{P_i^{(0)}}}{\sum_{i=1}^n \lg \frac{\bar{P}_i}{P_i^{(0)}}}$
$K = \sqrt{\sum_{i=1}^n M_i \cdot P_i^2}$	$M_i = \frac{1}{\frac{\bar{P}_i^2 - P_i^{2(0)}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\bar{P}_i^2 - P_i^{2(0)}}}}$
$K = \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{P_i}$	$M_i = \frac{\frac{\bar{P}_i \cdot P_i^{(0)}}{P_i^{(0)} - \bar{P}_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{\bar{P}_i \cdot P_i^{(0)}}{P_i^{(0)} - \bar{P}_i}}$
$K = \sqrt[m]{\sum_{i=1}^n M_i \cdot P_i^m}$	$M_i = \frac{1}{\frac{\bar{P}_i^m - P_i^{m(0)}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\bar{P}_i^m - P_i^{m(0)}}}}$

Зауваження 2. Співвідношенням (15) можна користуватися і в тому випадку, коли комплексний показник (P) визначається більш загальним виразом, до якого можна звести різноманітні типи комплексних усереднених показників якості [3]:

$$K = \sum_{i=1}^n M^{(\varphi)} \cdot \varphi_i(P_i) = M_1^{(\varphi)} \cdot \varphi_1(P_1) + M_2^{(\varphi)} \cdot \varphi_2(P_2) + \dots + M_n^{(\varphi)} \cdot \varphi_n(P_n), \quad (17)$$

де $\varphi_1(P_1), \varphi_2(P_2), \dots, \varphi_n(P_n)$ – монотонно зростаючі функції від вихідних показників якості P_1, P_2, \dots, P_n ; $M_1^{(\varphi)}, M_2^{(\varphi)}, \dots, M_n^{(\varphi)}$ – коефіцієнти важливості, які задовольняють умову, аналогічну (2):

$$\sum_{i=1}^n M_i^{(\varphi)} = 1; \quad \text{всі } M_i^{(\varphi)} \geq 0. \quad (18)$$

Розглядаючи в (17) величини $\varphi_1(P_1), \dots, \varphi_n(P_n)$ як показники якості і повторюючи наведені вище міркування, отримуємо:

$$M_i^{(\varphi)} = \frac{1}{\frac{\varphi_i(\bar{P}_i) - \varphi_i(P_i^{(0)})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\varphi_i(\bar{P}_i) - \varphi_i(P_i^{(0)})}}, \quad (i=1, \dots, n). \quad (19)$$

Використовуючи (19), можна визначати коефіцієнти важливості при визначенні комплексних усереднених показників різних типів (див. таблицю).

3. Висновки

1. В тих випадках, коли комплексна оцінка якості продукції проводиться за допомогою середнього зваженого арифметичного показника (1) і відомі номінальні і гранично допустимі значення для кожного із усереднюваних показників, коефіцієнти важливості можна наближено визначати за допомогою співвідношень (15).

2. В тих випадках, коли комплексний показник якості визначається більш загальним виразом типу (17), коефіцієнти важливості при тих же вихідних даних можуть бути визначені за допомогою співвідношень (19).

1. Методика оценки уровня качества промышленной продукции. М., 1971. 2. Гличев А. В. и др. Квалиметрия (Ее содержание, задачи и методы) // «Стандарты и качество», 1970, № 11. 3. Шор Я. Б. Об определении комплексных показателей качества продукции. «Стандарты и качество», 1970, № 11. 4. Шор Я. Б. Методы комплексной оценки качества продукции // (Лекции, вып. 1). М., 1971. 5. Шор Я. Б. О применении индексов для оценки качества продукции. Научные труды ВНИИС, 1970, № 2. 6. Погожев И. Б. Принципы построения и условия использования некоторых обобщенных показателей качества разнородной продукции. Научные труды ВНИИС, 1971, № 4. 7. Погожев И. Б. Методы комплексной оценки качества продукции. (Лекции, вып. 2). М., 1971.