

Г. В. Сніжної, В. В. Погосов

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИТРАТ НА ЯКІСТЬ ВИРОБІВ ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ

Запропонована математична модель оцінки витрат на якість для різних етапів життєвого циклу виробів електронної техніки.

ВСТУП

Сьогодні мікроелектроніка, як і раніше, – один з каталізаторів науково-технічного прогресу найважливіших галузей промисловості. А рівень розвитку й обсяги виробництва її основних виробів – інтегрованих мікросхем багато в чому визначають оборонний, економічний і культурний потенціал країни. Удосконалювання сучасних електронних пристроїв, що містять сотні інтегрованих схем (ІС), неможливе без збільшення їхньої надійності. До якості й надійності ІС висуваються дуже високі вимоги незалежно від того, в якій радіоелектронній апаратурі (РЕА) вони будуть застосовані. Із цієї причини серед безлічі проблем сучасної напівпровідникової електроніки особливе місце займає проблема якості й надійності виробів, що випускаються. Особливий інтерес представляють витрати на якість, які, як показує досвід багатьох підприємств, в основному оцінюються недостатньо об'єктивно через відсутність організованого обліку й аналізу всіх витрат [1]. Недоліки в обліку пов'язані з тим, що величина витрат на якість у межах існуючого бухгалтерського і фінансового обліку явно не виділена.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ

Промислові підприємства, як правило, не деталізують витрати за окремими складовими. Причин безліч: розмитість часових інтервалів різних операцій (технологічних, організаційних, діагностичних та ін.); цільове фінансування однієї структури (підрозділу), діяльність якої поширюється на виробництво декількох виробів; залучення субпідрядників у виробничий цикл та інші фактори.

Тому для зручності використовують єдине числове значення витрат на якість продукції (P), що випускається у часі (t). Оцінити досить точно витрати на якість для кожного етапу не представляється мож-

ливим, оскільки залежність $P(t)$ слабо структурована (не має чітко виражених максимумів і мінімумів). Кількісний показник, отриманий методом «відсікання» по періодах, буде також дуже наближеним, оскільки не буде враховане накладення значень витрат по осі часу [2]. Отже, мета полягає у визначенні складових складного й слабо структурованого спектра, тобто у визначенні витрат для кожного етапу життєвого циклу продукції.

Є достатня кількість робіт, присвячених розробці наближених методів визначення параметрів складових складного контуру [3]. Приділено велику увагу проблемам вибору аналітичних функцій, що описують контури окремих складових. Для мінімізації використовується метод найменших квадратів. Однак використання цих методів припускає априорне завдання параметрів складових, що робить рішення завдання з визначення витрат на якість для кожного етапу життя продукції практично неможливим.

Для визначення витрат для кожного періоду важливим є розрахунок площі під кривою залежності витрат від часу, а не вид складової. Тому симетрична індивідуальна складова може бути описана гаусовим контуром

$$P_i(t) = P_{oi} \exp(-(t - t_{oi})^2 / \lambda_i^2), \quad (1)$$

де $P_i(t)$ – контур i -ї індивідуальної складової, t_{oi} – її положення в спектрі, а величина λ_i пов'язана з її півшириною співвідношенням $\Delta t_i = 1,657 \cdot \lambda_i$.

Складний спектральний контур $P(t)$, що є сумою всіх $P_i(t)$, можна представити у вигляді ряду

$$\begin{aligned} P(t) &= \sum_{i=1}^n P_i(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t) \sum_{j=1}^n 1 / \prod_{k \neq j} P_k(t) \equiv \\ &\equiv \prod_{i=1}^n P_i(t) \cdot A(t), \end{aligned} \quad (2)$$

де n – число індивідуальних складових, що перекриваються, які є компонентами складного контуру; індекси j та k приймають ті ж значення, що й i , а величина $A(t)$ визначається як

$$A(t) = \sum_{j=1}^n 1 / \prod_{k \neq j} P_k(t). \quad (3)$$

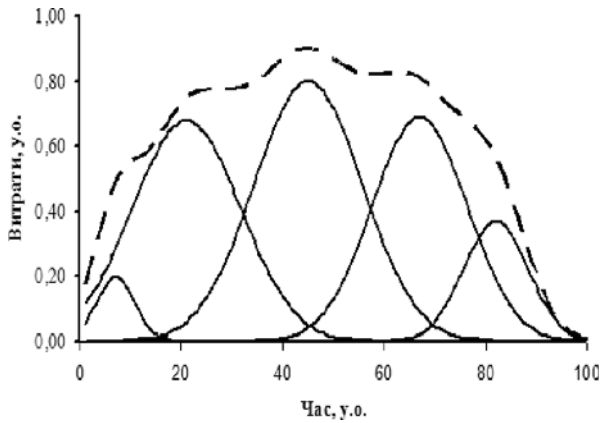


Рисунок 1 – Знайдені індивідуальні складові спектра залежності витрат на якість від часу (пунктиром наведена фактична залежність витрат, гаусіани відповідають теоретичним розрахункам)

Логарифмуючи сумарний контур, одержуємо

$$\ln P(t) = \sum_{i=1}^n \ln P_i(t) + \ln A(t). \quad (4)$$

Для більших значень n зміна $\ln A(t)$ мала (дане допущення припустимо, тому що фактичне число етапів життєвого циклу продукції навіть із повною деталізацією не перевищує 15). Тоді, переходячи до диференціального контуру $D(t)$, маємо

$$D(t) = [\ln P(t)]' = \left[\sum_{i=1}^n P_i(t) \right]' = - \sum_{i=1}^n 2 \frac{t - t_{oi}}{\lambda_i^2}. \quad (5)$$

Зазначене наближення справедливе тільки в тому випадку, якщо спектр не є симетричним, що також задовольняє нашим вихідним даним (рис. 1).

Згідно виразу (5) витікає, що якщо аналізовану ділянку спектра записати в логарифмічному виді й продиференціювати $\ln P(t)$, то кожній складовій буде відповідати прямолінійний відрізок графіку, екстраполяція якого до перетинання з віссю часу дасть значення t_{oi} даної складової, а кут нахилу цієї прямої дозволить обчислити півширину складової з виразу

$$\Delta t_i = 1,657 \cdot \lambda_i = 1,657 \sqrt{2/\text{tg}\alpha_i}. \quad (6)$$

Значення λ_i та t_{oi} на підставі (2) дозволяють одержати систему лінійних рівнянь для P_{oi} :

$$\sum_{i=1}^n P_{oi} \exp[-(t_i - t_{oi})^2 / \lambda_i^2] \equiv P_l, \quad (7)$$

де $l = 1, 2, \dots, n$; P_l – величина витрат, зумовлена кривою у точці t_l .

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ

Відповідно до описаного вище алгоритму нами складена програма «СПЕКТР», що визначає фактичну кількість етапів життєвого циклу продукції. Знайдені параметри, які при необхідності можуть бути використані як нульове наближення для ітераційного процесу мінімізації квадратичної функції відхилень.

Отримані результати представлені на рис. 1. Процес мінімізації дозволив одержати стовідсотковий збіг фактичної кривої (представлена пунктиром) і сумарної теоретичної кривої отриманої після підсумовування індивідуальних складових, представлених на рис. 1 у вигляді гаусіан.

ВИСНОВКИ

Запропонована математична модель дозволяє визначити реальну кількість етапів життєвого циклу продукції відповідно до запропонованих витрат на якість. У нашому випадку замість одинадцяти загальноприйнятих етапів витрати на якість фактично визначаються тільки п'ятьма етапами. Знайдені параметри складового спектра витрат дозволяють визначити реальні витрати для кожного етапу (знаходження площі під індивідуальними смугами, які формують спектр витрат), а також початок, кінець і тривалість кожного етапу. Це дозволить більш реально оцінити витрати на якість у розрізі структурних підрозділів підприємства.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сніжної Г. В. Забезпечення якості продукції в трансформаційний період / Сніжної Г. В. // Міжнар. наук.-практ. конф. «Трансформаційні процеси в економіці держави та регіоні»: [матеріали конф.] – Запоріжжя: ЗНУ, 2006. – С. 114.
2. Сніжної Г. В. Діагностичні методи оцінки надійності і прогнозуючої оцінки якості виробів мікроелектроніки / Сніжної Г. В., Головачев О. С. // Науково-техн. конф. викад., науковців, молодих учених і аспірантів ЗНТУ: [матеріали конф.] – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – С. 20–21.
3. Гусев Е. В. О применимости метода Аленцова – Фока для разделения сложных спектральных полос на индивидуальные составляющие / Гусев Е. В., Туровров К. К. // ЖПС. – 1978. – Т. 32, в. 1. – С. 118–126.

Надійшла 6.08.2008
Після доробки 14.10.2008

Предложена математическая модель оценки затрат на качество для разных этапов жизненного цикла изделий электронной техники.

The mathematical model for definition of quality expenses for different stages of life cycle of products of electronic techniques is offered.