

УДК 621.326

**І.Р.Брикайло, Т.Т.Бартош, В.М.Матвіїшин, Т.С. Дубиняк канд. техн. наук, доц.**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### **НАДІЙНІСТЬ ТА ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА ВІДМОВ ЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ, ЩО МАЮТЬ ВИПАДКОВИЙ ХАРАКТЕР**

**I.R.Brukaylo, T.T.Bartosh, V.M.Matviishun, T.S. Dubyniak Ph.D, Assoc.Prof.**  
**RELIABILITY AND TECHNICAL DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC  
EQUIPMENT FAILURES, HAVING A RANDOM CHARACTER**

Більшість відмов електронної апаратури мають випадковий характер і обумовлені різними факторами, які важко врахувати: вологість, температура навколишнього середовища, вібрація, недосконалість технологічних процесів, неоднорідність матеріалів, тощо. Стосовно до надійності пристроїв розглядають її основний кількісний критерій – ймовірність безвідмовної роботи  $P(t)$  протягом заданого інтервалу часу  $t$ .

При розробці технічних засобів повинні бути визначені такі показники надійності як середнє напрацювання на відмову та ймовірність безвідмовної роботи протягом встановленого часу [1]. При розробці системи управління в цілому необхідно визначити коефіцієнт готовності чи простою системи. Для багатofункціональних систем достатньо проаналізувати надійність основних функцій [2]. Необхідні дані для розрахунку показників надійності елементів слід вибирати за паспортними даними або з довідників [3].

Ймовірність безвідмовної роботи є функцією часу  $t$ , і в загальному випадку її визначення для будь-якого часового інтервалу створює значні труднощі. Однак для складної апаратури, яка вміщує велику кількість різних елементів, часто виявляється достатнім знати величину середнього напрацювання на відмову  $T_0$ , яка визначається як середнє значення випадкових величин інтервалів часу  $\tau_i$  між сусідніми відмовами, год:

$$T_0 = \frac{\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n}{n}. \quad (1)$$

При можливості застосування цього критерію надійності часто користуються зворотною величиною:

$$\lambda = \frac{1}{T_0}. \quad (2)$$

У даному випадку структурна (логічна) схема, яка базується на аналізі функціонування АЦП, не містить резервних елементів. Тому, якщо припустити статистичну незалежність і випадковість відмов елементів, від яких залежить роботоздатність АЦП, то загальна ймовірність безвідмовної роботи визначається із виразу:

$$P_{\text{заг}}(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t). \quad (3)$$

Відповідно,

$$\lambda_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n \lambda_i, \quad (4)$$

де  $P_i$  – ймовірність безвідмовної роботи окремих елементів, ланок, каскадів;  
 $\lambda_i$  – інтенсивність їх відмови.

За отриманим з табличних значень [2] знаходимо  $\lambda_z$  сумарної інтенсивності відмови пристрою, обчислюємо середнє напрацювання на відмову  $T_0$ , застосовуючи формулу (2):

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_z} = \frac{1}{10,197} \cdot 10^6 = 98068,59 \text{ год} \cdot \quad (5)$$

Далі наведено формулу для заданого часу безвідмовної роботи при вказаній ймовірності безвідмовності (звичайно 0,95) і визначено час безвідмовної роботи, год :

$$t_{\text{без}} = \frac{0,051}{\lambda_z} \cdot \quad (6)$$

Отже, згідно даних табличних значень, та за формулою (6),

$$t_{\text{без}} = \frac{0,051}{10,197} \cdot 10^6 = 50015 \text{ год}.$$

Якість апаратури визначається можливістю і швидкістю її ремонту. В цьому випадку ймовірність безвідмовної роботи в інтервалі заданого часу визначається за формулою:

$$P(t) = \frac{\frac{1}{\lambda_z}}{T_p + \frac{1}{\lambda_z}} \cdot e^{-t \cdot \lambda_z} \cdot \quad (7)$$

де  $T_p$  – середній час ремонту апаратури.

Приймаючи  $T_p = 24$  год і підставивши у формулу (7), отримують часову залежність ймовірності безвідмовної роботи пристрою ( див. рис. 1).

Для визначення ймовірності виникнення відмов маємо:

$$Q(t) = 1 - P(t) \cdot \quad (8)$$

Підставивши значення, обчислені за формулою (7) у формулу (8), отримаємо графік ймовірності виникнення відмов за час  $t$ , який наведено далі (див. рис. 2 ).

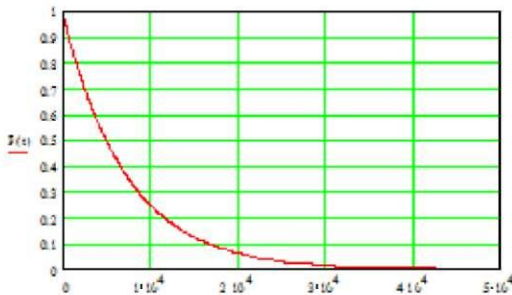


Рисунок 1. Ймовірність безвідмовної роботи пристрою

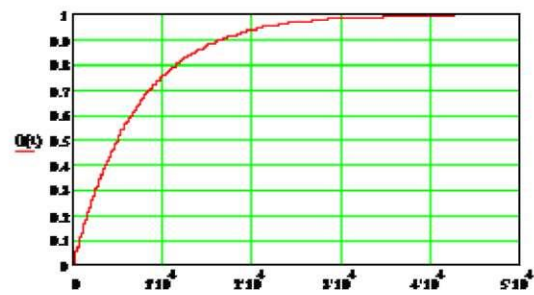


Рисунок 2. Ймовірність відмови пристрою

Обчислені для вузла детального проектування (ВДП) показники надійності задовільняють вимогам до відповідних показників усієї системи, що проектується. Тому можна стверджувати, що, з точки зору теорії надійності і технічної діагностики, даний ВДП відповідає своєму функціональному призначенню.

### Література

1. Теория надежности радиоэлектронных систем в примерах и задачах : Учеб. пособие для ст. радиотех. спец. вузов. Под ред. Г.В. Дружинина. –М.: Энергия, 1975.
2. Ястребецкий М.А., Иванова Г.М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами: Учеб. Пособие для вузов. –Энергоатомиздат, 1989.