

1. Визначення ймовірності безвідмовної роботи об'єкта

1.1. Короткі теоретичні відомості

Показники надійності поділяють у відповідності з компонентами надійності на показники безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності та придатності до зберігання.

До показників безвідмовності відносяться:

Ймовірність безвідмовної роботи – ймовірність того, що в межах заданого напрацювання відмова не виникає.

Середнє напрацювання до відмови – математичне сподівання напрацювання до відмови виробу, який не підлягає відновленню. Під напрацюванням розуміють тривалість або обсяг роботи виконаної об'єктом.

Середнє напрацювання на відмову – відношення напрацювання відновлюваного об'єкта до математичного сподівання кількості його відмов протягом даного напрацювання.

Інтенсивність відмов – показник надійності невідновлюваних виробів, який дорівнює відношенню середнього числа об'єктів, що відмовили за одиницю часу (чи напрацювання в інших одиницях) до числа об'єктів, які залишилися працездатними. Цей показник більш чутливий, ніж ймовірність безвідмовної роботи, особливо для виробів, що мають високу надійність.

Параметр потоку відмов – показник надійності виробів, які можуть відновлюватися. Він дорівнює відношенню середнього числа відмов об'єкта за доволі малий час його напрацювання до значення цього напрацювання (відповідає інтенсивності відмов для невідновлюваних виробів, але враховує повторні відмови).

1.2. Завдання

Визначити ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ об'єкта, за результатами ресурсних випробувань враховуючи наступне. На стенді випробувано N_0 об'єктів за час $t = 20$ год. Вихідні дані для розрахунків вибирають наступним чином: за передостанньою цифрою індивідуального номера залікової книжки вибирають кількість об'єктів Δn , що відмовили в заданих інтервалах часу (табл. 1.1), а за останньою – кількість об'єктів N_0 , що випробовувалися (табл. 1.2).

Таблиця 1.1 – Кількість об'єктів Δn , що відмовили в заданих інтервалах часу

Передостання цифра номера залікової книжки	Інтервали часу, год.				
	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12-16	16-20
0	4	2	3	3	5
1	6	1	2	2	3
2	5	3	1	2	4
3	3	2	3	2	5
4	4	1	2	2	3
5	6	3	1	3	4
6	5	2	3	3	5
7	3	4	2	2	3
8	4	3	3	2	4
9	5	2	3	2	5

Таблиця 1.2 – Кількість об'єктів N_0 , що випробовувалися

Остання цифра номера залікової книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N_0	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110

1.3. Приклад виконання завдання

Визначимо ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ об'єкта, за результатами ресурсних випробувань, наведеними в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Кількість об'єктів Δn , що відмовили в заданих інтервалах часу

Інтервали часу, год.	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20
Кількість об'єктів Δn , що відмовили в заданих інтервалах часу	3	2	3	3	5

Інтенсивність відмов для середини кожного інтервалу часу випробувань визначають за формулою

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n}{N_p \Delta t}, \quad (1.1)$$

де Δn – кількість об'єктів, що мають відмови в певному інтервалі;
 N_p – кількість працездатних об'єктів на момент часу t ;
 Δt – тривалість інтервалу.

$$N_p = N_0 - n_t, \quad (1.2)$$

де N_0 – кількість об'єктів, що випробовувалися;
 n_t – кількість об'єктів, що мають відмови на момент часу t .

Визначимо інтенсивність відмов для середини кожного з інтервалів

$$\begin{aligned} \lambda(2) &= 3/[(80 - 3) \cdot 4] = 0,0097 \text{ год}^{-1}; \\ \lambda(6) &= 3/[(80 - 3 - 2) \cdot 4] = 0,0067 \text{ год}^{-1}; \\ \lambda(10) &= 3/[(80 - 3 - 2 - 3) \cdot 4] = 0,0104 \text{ год}^{-1}; \\ \lambda(14) &= 3/[(80 - 3 - 2 - 3 - 3) \cdot 4] = 0,0108 \text{ год}^{-1}; \\ \lambda(18) &= 3/[(80 - 3 - 2 - 3 - 3 - 5) \cdot 4] = 0,0195 \text{ год}^{-1}. \end{aligned}$$

Визначимо середню інтенсивність відмов для п'яти інтервалів

$$\lambda_0 = (0,0097 + 0,0067 + 0,0104 + 0,0108 + 0,0195)/5 = 0,0114 \text{ год}^{-1};$$

Ймовірність безвідмовної роботи визначають за формулою

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}, \quad (1.3)$$

або

$$P(t) = e^{(-\lambda_0 t)}. \quad (1.4)$$

Тоді

$$P(20) = e^{(-0,0114 \cdot 20)} = 0,796.$$

Отже, ймовірність безвідмовної роботи об'єкта упродовж проміжку часу $t = 20$ год становить $P(20) = 0,796$.