МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

КАФЕДРА ПРОГРАМНИХ І КОМП’ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З ДИСЦИПЛІНИ

Надійністні характеристики обладняння

(Виконання курсової роботи (проекту) )

Для студентів інституту штучного інтелекту та робототехніки

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-професійна програма: Комп'ютерні технології автоматизації.

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

КАФЕДРА ПРОГРАМНИХ І КОМП’ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З ДИСЦИПЛІНИ

Надійністні характеристики обладняння

(Виконання курсової роботи (проекту) )

Для студентів інституту штучного інтелекту та робототехніки

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-професійна програма: Комп'ютерні технології автоматизації.

Затверджено на засіданні

кафедри програмних і комп’ютерно-інтегрованих технологій

Протокол № 7 від 26.01.2022 р.

Одеса 2022

Методичні вказівки з дисципліни Надійністні характеристики обладняння. (Виконання курсової роботи (проекту): для студ. напряму 151 «Автоматизацiя та комп’ютерно-iнтегрованi технологiї» денної та заочної форм навчань./ Укл. Брунеткін О.І. – Одеса: ОП, 2022. – 15 с.

Зміст

[Вступ 3](#_Toc92967186)

[Загальні відомості 4](#_Toc92967187)

[Методика та порядок виконання курсової роботи 6](#_Toc92967188)

[Додаток 1 10](#_Toc92967189)

[Додаток 2 11](#_Toc92967190)

[Додаток 3 12](#_Toc92967191)

[Список літератури 13](#_Toc92967192)

# Вступ

Теорія надійності є досить складним для студентів предметом. Вона вимагає хороших знань математики, комп'ютерних технологій розв'язання математичних завдань, твердих знань предметної галузі, де вирішуються завдання надійності.

Процеси. які у технічних і інформаційних системах і пов'язані з відмовами техніки, є складними випадковими процесами. Їх моделювання вимагає складання та розв'язання алгебраїчних та диференціальних рівнянь високого порядку. При цьому в результаті їх вирішення отримують показники надійності, що мають ймовірнісний сенс, який важко зрозуміти, якщо немає досвіду вирішення подібних завдань.

Надійність складних технічних та інформаційних систем оцінюється багатьма показниками. Визначення кожного з них здійснюється за унікальною методикою. Обчислення ймовірності безвідмовної роботи та функції готовності пов'язане з вирішенням диференціальних рівнянь. Обчислення середнього часу безвідмовної роботи потребує знання інтегрального обчислення. Визначення параметра потоку відмов неможливе без знання методів вирішення інтегральних рівнянь іт. п. У результаті теорії надійності є велика кількість методів аналізу та синтезу технічних та інформаційних систем за різними критеріями надійності.

Проте, вивчивши теорію відмінно, можна вирішити завдання надійності. Для цього недостатньо теоретичних знань, необхідно також мати досвід розв'язання задач.

# Загальні відомості

Критеріями надійності невідновлюваних систем є:

*Рс*(*t*) – можливість безвідмовної роботи системи протягом часу t,

*Tc* – середній час безвідмовної роботи системи;

*λ*c(*t*) – інтенсивність відмови системи в момент t;

*fc*(*t*) — щільність розподілу часу повністю.

Між цими показниками існують такі залежності:











***Зауваження***

Слід пам'ятати, що середній час безвідмовної роботи є незадовільним показником надійності систем із коротким часом роботи.

Структурна схема нерезервованої системи, що складається з n елементів, наведено на мал. 1.

|  |
| --- |
|  |
| Мал. 1. Структурна схема нерезервованої системи |

При відмові будь-якого елемента настає відмова системи. У цьому інші елементи системи припиняють своєї роботи.

Показники надійності такої системи обчислюються за формулами:









де:

*Pj(t) –* можливість безвідмовної роботи *j-*го елемента*, j=1, 2, …, n;*

*fj(t) –* щільність розподілу часу повністю *j-*го елемента*, j=1, 2, …, n;*

*λj(t) –* інтенсивність відмови *j-*го елемента*, j=1, 2, …, n.*

Для випадку постійних інтенсивностей відмов елементів мають місце співвідношення:









# Методика та порядок виконання курсової роботи

***Вихідні дані***: нерезервована система складається з 5 послідовно з'єднаних елементів, що мають різні закони розподілу часу роботи вщент. Види законів розподілу наведено у табл. 1***.***

Таблиця 1

Закони розподілу часу повністю.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер елементу | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Закон розподілу  часу до відмови | W(α;β) | Г(α;β) | R(λ) | Exp(λ) | TN(*m*0;σ0) |

*Дані для різних варіантів розрахунків наведено у Додатку 1.*

(у дужках вказані параметри розподілу).

У табл. 1 та надалі прийняті такі позначення законів розподілу:

W – Вейбула;

Г – гамма;

R – Рэлея;

Exp – експонентний;

TN – усічений нормальний.

***Мета***: визначити показники надійності кожного елемента та всієї системи:

- можливість безвідмовної роботи;

- Середній час безвідмовної роботи;

- Інтенсивність відмови;

- Щільність розподілу часу безвідмовної роботи.

Для показників, що залежать від часу, отримати рішення у вигляді таблиць та графіків.

***Порядок виконання:***

1. Обчислити початкові моменти розподілів із табл. 1: математичні очікування та середні квадратичні відхилення для заданих елементів. Для цього скористатися формулами зв'язку моментів із параметрами розподілів, наведеними у Додатку 2.

Отримані значення звести таблицю 2.

Таблиця 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер елементу | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Середній час безвідмовної роботи, година |  |  |  |  |  |
| Середнє квадратичне відхилення  Часу безвідмовної роботи, година |  |  |  |  |  |

1. Обчислити ймовірності безвідмовної роботи елементів і щільності розподілу часу повністю. Використовувати вирази, наведені в Додатку 3. Слід врахувати, що гама-розподіл функція  є неповна гамма-фукція.
2. Табулювати обчислені на попередньому етапі значення для всіх елементів в інтервалі від 0 до 2000 годин з кроком 100 годин. Отримані значення занести до табл. 3.

Таблиця 3.

Імовірність безвідмовної роботи елементів

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t*, час | *P*1(*t*) | *P*2(*t*) | *P*3(*t*) | *P*4(*t*) | *P*5(*t*) | *P*c(*t*) |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 100 |  |  |  |  |  |  |
| 200 |  |  |  |  |  |  |
| 300 |  |  |  |  |  |  |
| 400 |  |  |  |  |  |  |
| 500 |  |  |  |  |  |  |
| 600 |  |  |  |  |  |  |
| 700 |  |  |  |  |  |  |
| 800 |  |  |  |  |  |  |
| 900 |  |  |  |  |  |  |
| 1000 |  |  |  |  |  |  |
| 1100 |  |  |  |  |  |  |
| 1200 |  |  |  |  |  |  |
| 1300 |  |  |  |  |  |  |
| 1400 |  |  |  |  |  |  |
| 1500 |  |  |  |  |  |  |
| 1600 |  |  |  |  |  |  |
| 1700 |  |  |  |  |  |  |
| 1800 |  |  |  |  |  |  |
| 1900 |  |  |  |  |  |  |
| 2000 |  |  |  |  |  |  |

В останню колонку записати значення ймовірностей безвідмовної роботи системи, які визначаються добутком ймовірностей безвідмовної роботи елементів:



1. На одному малюнку (мал. 1) показати графіки функцій *Pi*(*t*), *i*=1, 2, 3, 4, 5 залежно від часу (година), що відповідають ймовірно безвідмовної роботи елементів. Графіки пронумерувати. Номери графіків повинні відповідати номерам елементів.

На іншому графіку (мал. 2) відобразити графік ймовірності безвідмовної роботи системи *Pc*(*t*).

Оцінити швидкість зменшення ймовірностей безвідмовної роботи елементів. Виділити елементи (із заданими законами розподілу) найбільш надійні за великого часу роботи.

1. Обчислити середній час безвідмовної роботи системи:



наприклад, за формулою Сімпсона:



де *n* – число точок, *h* – крок інтегрування, який вибирається з умови забезпечення необхідної точності.

1. На графіці (мал. 3) відобразити зміну залежно від часу інтенсивності відмов. Графіки пронумерувати.

На окремому графіку (мал. 4) відобразити зміну інтенсивності відмови системи:



1. Обчислити щільність розподілу ймовірностей часу безвідмовної роботи елементів [*fi*(*t*)]. У таблиці 4 табулювати щільність розподілу ймовірностей в інтервалі від 0 до 2000 годин з кроком 100 годин.

Таблиця 4

Щільність розподілу часу безвідмовної роботи елементів

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t*, час | *f*1(*t*) | *f*2(*t*) | *f*3(*t*) | *f*4(*t*) | *f*5(*t*) |
| 0 |  |  |  |  |  |
| 100 |  |  |  |  |  |
| 200 |  |  |  |  |  |
| 300 |  |  |  |  |  |
| 400 |  |  |  |  |  |
| 500 |  |  |  |  |  |
| 600 |  |  |  |  |  |
| 700 |  |  |  |  |  |
| 800 |  |  |  |  |  |
| 900 |  |  |  |  |  |
| 1000 |  |  |  |  |  |
| 1100 |  |  |  |  |  |
| 1200 |  |  |  |  |  |
| 1300 |  |  |  |  |  |
| 1400 |  |  |  |  |  |
| 1500 |  |  |  |  |  |
| 1600 |  |  |  |  |  |
| 1700 |  |  |  |  |  |
| 1800 |  |  |  |  |  |
| 1900 |  |  |  |  |  |
| 2000 |  |  |  |  |  |

1. На основі даних табл. 4 побудувати графіки (мал. 5) щільності розподілу часу до відмови елементів. На мал. 6 відобразити графік зміни щільності розподілу часу до відмови системи.

## Додаток 1

**Закони розподілу часу до відмови.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ варіанта** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **W(α;β)** | **Г(α;β)** | **R(λ)** | **Exp(λ)** | **TN(*m*0;σ0)** |
| 1 | 2; 1800 | 7; 300 | 8\*10-8 | 0.0002 | 2000; 90 |
| 2 | 2; 1700 | 7; 270 | 7\*10-8 | 0.00017 | 2000; 80 |
| 3 | 2; 1600 | 7; 250 | 6\*10-8 | 0.00015 | 2000; 70 |
| 4 | 2; 1900 | 7; 320 | 9\*10-8 | 0.00025 | 2000; 100 |
| 5 | 2; 2000 | 7; 350 | 1\*10-7 | 0.0003 | 2000; 110 |
| 6 | 1.9; 1800 | 6; 300 | 7.5\*10-8 | 0.00019 | 1900; 90 |
| 7 | 1.8; 1800 | 5; 300 | 6.5\*10-8 | 0.00016 | 1800; 90 |
| 8 | 1.7; 1800 | 4.5; 300 | 6\*10-8 | 0.00018 | 1700; 90 |
| 9 | 2.1; 1800 | 8; 300 | 8.5\*10-8 | 0.00022 | 2100; 90 |
| 10 | 2.2; 1800 | 9; 300 | 9.5\*10-8 | 0.00035 | 2200; 90 |

## Додаток 2

**Зв'язок параметрів розподілу з першими двома моментами**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Розподіл** | ***m*** | **σ** |
| Експонентне Exp(λ) |  |  |
| Гамма (α, β) |  |  |
| Усічене нормальне  TN (*m*0, σ0) | *m*0+*k*σ0 |  |
| Рэлея R(λ) |  |  |
| Вейбула W (α, β) |  |  |
| Рівномірне U(a,b), a0 |  |  |
| Нормальне N(*m*,σ) *m*>3σ | *m* | σ |

У таблиці введено позначення:

 – функція Лапласа;

 – гамма-функція.

## Додаток 3

**Закони розподілу ймовірностей**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Розподіл** | *f*(*t*) | *P*(*t*) |
| Експонентне Exp(λ) |  |  |
| Гамма (α, β) |  |  |
| Усічене нормальне  TN (*m*0, σ0) |  |  |
| Рэлея R(λ) |  |  |
| Вейбула W (α, β) |  |  |
| Рівномірне U(a,b), a0 |  |  |
| Нормальне N(*m*,σ) *m*>3σ |  |  |

# Список літератури

1. Bazovsky I. Reliability. Theory and practice. Prentice-Hall Space Technology Series. Prentice-Hall International. London, 1961. (Базовский И. Надежность. Теория и практика. Пер. с англ. под ред. Левина Б.Р. М., Мир, 1965. 374 с.)
2. Lloyd D. K., Lipov M. Reliability: management, methods and mathematics. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1962. (Ллойд Д., Липов М. Надежность. Организация исследования, методы, математический аппарат. Пер. с англ. под ред. Бусленко Н.П. М. «Советское радио», 1964, 687 с.)
3. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. 2-е ид., перераб. и лоп., СПб, БХВ-Петербург, 2006, 704 с.
4. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. Практикум. СПб, БХВ-Петербург, 2006, 560 с.
5. Половко А.М. Сборник задач по теории надежности / А.М. Половко, И.М. Маликов, А.Н. Жигарев, В.И. Зарудный // М. «Советское радио», 1972, 408 с.