**Лабораторна робота 2**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ З УРАХУВАННЯМ ВТРАТ ЧАСУ НА ОБСЛУГОВУВАННЯ**

Мета роботи: Отримати навики аналізу технологічної системи за допомогою системи MATLAB.

Короткі теоретичні відомості

На підприємствах по налагодженню біомедичних приладів (БМП), як правило, паралельно працює декілька технологічних ліній або окремих інженерів з налагодження та калібрування одного й того ж виду продукції. Для таких технологічних систем характерним є простоювання апаратури та, як наслідок, втрата продуктивності через очікування в черзі на технічне обслуговування.

Розглянемо технологічну систему, яка складається з двох калібрувальних приладів одного призначення, які працюють в технологічній лінії незалежно один від одного за умови, що їх обслуговує один наладчик. Представлена технологічна система може перебувати в таких станах: *S*0 – обидва калібрувальні прилади працюють, а наладчик не зайнятий; *S*1 – один прилад вийшов з ладу і обслуговується наладчиком; *S*2 – обидва прилади вийшли з ладу, наладчик обслуговує один з них. Граф можливих станів системи зображено на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Граф станів технологічної системи

На основі розглянутого графа можна визначити ряд наступних параметрів для технологічної системи.

Інтенсивність відмов одного калібрувального приладу становитиме:

, (1.1)

де – середній час між двома відмовами калібрувальних приладів.

Інтенсивність відновлення працездатності обладнання становитиме:

, (1.2)

де – середній час відновлення працездатності.

Коефіцієнт завантаження наладчика становитиме:

. (1.3)

Сума ймовірностей перебування технологічної системи в усіх станах становитиме:

(1.4)

де, *n* – кількість станів технологічної системи.

Ймовірність перебування технологічної системи в різних станах (складається за допомогою вищевказаного графа станів та формули 1.3) становитиме:

(1.5)

де *n* – кількість приладів, що можуть відмовити в певному стані технологічної системи.

Враховуючи вираз (1.4) та (1.5), ймовірність перебування технологічної системи в стані S0 для даного прикладу становитиме:

, звідки

Середня завантаженість наладчика роботами по ремонту/налагодженню калібрувальних приладів:

(1.6)

де *n*1 – кількість зайнятих наладчиків в стані системи *S1 ; n*2 – кількість зайнятих наладчиків в стані системи *S2 ;**N –* загальна можлива кількість зайнятих наладчиків.

Середнє число несправних приладів відповідатиме кількості обладнання, що перебуває на обслуговуванні:

. (1.7)

де *n*1 – кількість несправних приладів в стані системи *S1 ; n*2 – кількість несправних приладів в стані системи *S2 .*

У загальному випадку ймовірність знаходження системи в стані *Si*:

. (1.8)

Тоді ймовірність перебування технологічної системи із необмеженою кількістю приладів у стані, коли вони усі працюють становитиме:

. (1.9)

Команди MATLAB для вивчення

Використайте команду help в MATLAB і вивчіть призначення і варіанти застосування таких функцій (команд): input, break, return, fprintf, prod, fliplr, sum, format.

Завдання і методичні вказівки до виконання роботи

1. **Завдання.** Нехай технологічна система містить *x*1 калібрувальних приладів, які обслуговує *x*2 наладчика. Кожен із приладів виходить із ладу в середньому кожні год., а тривалість його ремонту та налагодження год. Вхідні дані для кожного варіанту наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Значення параметрів *x*1, *x*2, ,

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант | *x*1, шт. | *x*2, чол. | *tN*, год. | *tB*, год. |
| 1 | 4 | 2 | 1,5 | 0,25 |
| 2 | 5 | 2 | 1,6 | 0,20 |
| 3 | 7 | 2 | 1,7 | 0,20 |
| 4 | 3 | 1 | 1,8 | 0,15 |
| 5 | 5 | 2 | 1,9 | 0,15 |
| 6 | 4 | 2 | 2,0 | 0,25 |
| 7 | 7 | 3 | 2,1 | 0,25 |
| 8 | 6 | 3 | 2,2 | 0,30 |
| 9 | 4 | 2 | 2,3 | 0,10 |
| 10 | 6 | 1 | 2,5 | 0,10 |

2. **Вхідні дані.** Створіть блок-програму для вводу вхідних даних (за допомогою функції *input*), щоб побудувати граф технологічної системи та зробити відповідні розрахунки. Файл *graph.m*, який додано до лабораторної роботи, будує у вікні «Command window» граф технологічної системи.

Вхідними даними для розрахунків та побудови графу технологічної системи являються:

* кількість приладів;
* кількість наладчиків;
* середній час на відмову приладу;
* середній час відновлення працездатності.

За допомогою функції *if* необхідно створити умову перевірки вірності вводу даних: кількість наладчиків не може бути більше кількості приладів в технологічній системі.

*Чому в програмі використовувались команди break та return, яка між ними різниця?*

3. **Побудова графу технологічної системи.** Проаналізуйте роботу файлу *graph.m* та доповніть програму кодом по аналогії наданій на початку файлу.Помітьте, що функція *graph* в основному файлі програми повертає дві змінні, якими можна скористатися для розрахунків в подальшому коді програми.

*Як працює функція fliplr у файлі graph.m? Що виконує строчка коду Mu\_mas = [Mu\_mas, x2] в циклі for? Який принцип роботи циклу for в системі MATLAB?*

4. **Розрахунок параметрів технологічної системи.**

4.1. Розрахуйте наступні параметри відповідно до формул (1.1), (1.2), (1.3) та (1.9):

* інтенсивність відмов приладів ();
* інтенсивність відновлення працездатності приладів ();
* коефіцієнти завантаженості наладчика (*i*);
* ймовірність працездатного стану всіх приладів ().

4.2. Розрахуйте ймовірність перебування технологічної системи в інших станах згідно формули (1.8).

4.3. Розрахуйте середню зайнятість одного наладчика технологічної системи згідно формули (1.6).

4.4. Розрахуйте середнє число несправних приладів відповідно до формули (1.7).

5. **Висновок.** Зробіть висновок щодо отриманих даних.

*Чи необхідно збільшувати кількість робітників в даній технологічній системі? Чи необхідно змінювати будову даної технологічної системи? Чи являється, на ваш погляд, дана система ефективною? Чому в програмі використовувались команди break та return, яка між ними різниця?*

Звіт має містити сформований код програми та проміжні результати розрахунків та побудови графіків. Також необхідно підписати кожну дію в програмному коді.

**Контрольні запитання**

1. Дати визначення параметру інтенсивності відновлення технологічного обладнання?

2. Дати визначення параметру коефіцієнта завантаження наладчика?

3. З яких міркувань визначається середнє число несправних приладів?

4. З яких міркувань визначається середня зайнятість наладчика?

5. Яким чином будується граф станів технологічної системи (збудувати та пояснити всі компоненти графу на власному прикладі)?