**Praktiskais darbs Nr9**

**Tehnisku objektu remonta, diagnostikas un kontroles sistēmas efektivitātes pētīšana**

**Uzdevuma nostādne:**

Постановка задачи:

Исследована эффективность организации технического обслуживания железнодорожного транспорта на объектах. Объекты могут включать в себя локомотивы, вагоны, оборудование и установки железнодорожных станций, оборудование для электроснабжения, оборудование сигнализации, управления и блокировки (SCB) и т. Д.

Во время эксплуатации объекты повреждены, поток отказов в объектах предполагается пуассоновским, интенсивность потока в каждом из n блоков равна λ.

Техническое обслуживание отдельных видов объектов осуществляется командой специалистов соответствующей специализации.

В случае сбоя на месте группа немедленно приступит к диагностике и ремонту, а среднее время устранения сбоя составляет 1 ноябрь часов.

Если в ходе работы бригады в оборудовании, обслуживаемом бригадой, возникает новый отказ, то устройство для отказа «ожидает» освобождения бригады, чтобы предотвратить отказ.

Это может создать «очередь» устройств, ожидающих ремонта.

В качестве альтернативы односистемному обслуживанию системы, обслуживание со стороны м бригад, кроме того, m <n. В этом случае каждая бригада характеризуется одинаковой вместимостью, т.е. Разрешение отказа занимает в среднем 1 час часов.

Оценка эффективности обслуживания оборудования с единичным обслуживанием требует:

разработать график состояния технических средств, обслуживаемых одной командой;

определить вероятности состояний путем решения алгебраических и дифференциальных уравнений;

сравнить пороговые вероятности состояний;

определить показатели эффективности технического обслуживания объекта:

среднее количество отказов на бригаду в единицу времени - PR,

o вероятность того, что команда без работы - P0,

o среднее количество неисправных устройств - SN,

o среднее количество неисправных устройств, ожидающих замены - SV,

Для того, чтобы оценить эффективность обслуживания оборудования с помощью m команд, необходимо:

- Аналогично разработать граф состояний, определить вероятность и эффективность состояний.

**Sākuma dati:**

*n - количество обслуживаемых технических объектов,*

*λ - расход отказов в техническом объекте 1 / ч,*

*μ - скорость отказа 1 час,*

*м - количество команд.*

UZDEVUMU VARIANTI

Все варианты ***t = 0, tk = 1000, h = 0.1***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |  | **6** | **7** |
| $λ$  | 0.001 | 0.0015 | 0.002 | 0.0025 | 0.003 |  | 0.0035 | 0.004 |
| $$μ$$ | 0.011 | 0.016 | 0.022 | 0.028 | 0.034 |  | 0.039 | 0.045 |
| ***n*** | 5 | 4 | 6 | 5 | 6 |  | 5 | 5 |
| ***m*** | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 |  | 4 | 3 |
|  |  |
|  | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |  | **13** | **14** |
| $$λ$$ | 0.002 | 0.0025 | 0.0015 | 0.0035 | 0.0025 |  | 0.0028 | 0.0039 |
| $$μ$$ | 0.015 | 0.026 | 0.029 | 0.038 | 0.039 |  | 0.049 | 0.059 |
| ***n*** | 5 | 6 | 4 | 5 | 4 |  | 4 | 5 |
| ***m*** | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 |  | 2 | 3 |

**Пример решения (14. variants)**

**Sākuma dati:**

 ***n = 5*** - количество обслуживаемых технических объектов;

 $λ=0.00039$ – Расход отказов в техническом объекте 1 / ч, т.е. средний отказ на месте после каждых 2564 часов работы;

 $μ=0.059$ **–** Скорость отказа 1 / час, т.е. отказ исправляется в среднем в течение 17 часов;

 ***m = 3*** – количество команд.

**1. Оценка эффективности обслуживания оборудования с единичным обслуживанием**

**Выполните оценку в следующем порядке:**

**- разработать график состояний системы,**

**- построить дифференциальные уравнения Колмогорова, решить эти уравнения,**

**- построить систему алгебраических уравнений по закону баланса потоков, решить эти уравнения,**

**- сравнить результаты алгебраических и дифференциальных уравнений,**

**- рассчитать показатели эффективности обслуживания объекта.**

**Состояния системы, обслуживающие n объектов одной бригадой, n = 5**

**S0 - все объекты в рабочем состоянии, бригада свободна,**

**S1 - один предмет из строя, работа в команде,**

**S2 - два объекта вышли из строя, команда работает, один объект ожидает обновления,**

**S3 - три предмета из строя, работа в команде, два предмета в ожидании обновления,**

**S4 - четыре предмета из строя, работа в команде, три предмета в ожидании обновления,**

**S5 - Пять предметов вышли из строя, бригада работает, четыре ждут восстановления.**

**Stāvokļu grafs, apkalpojot objektus ar vienu brigādi**



**Kolmogorova diferenciālie vienādojumi:**



**Решение дифференциальных уравнений**



**Решение алгебраических уравнений и определение граничных вероятностей**



* **• показатели эффективности для обслуживания одной команды**

- вероятность того, что команда без работы P0 P0 = 0,696

- среднее количество отказов, которых избегала бригада

в час NB

$μ=0.059 P0=0.967 NB=(1-P0)μ$ NB = 0.018

* то есть В течение 100 часов бригада ликвидирует менее одного

отказ

- среднее количество неисправных устройств

$n=5 SN=n-\frac{μ}{λ}(1-P0)$ SN = 0.401

* bсреднее количество неисправных устройств, ожидающих замены

$ρ=\frac{λ}{μ} SV=n-(1-P0)\left(1+\frac{1}{ρ}\right)$ SV = 0.097

**1. Оценка эффективности обслуживания оборудования с помощью м команд**

**Выполните оценку в следующем порядке:**

**- разработать график состояний системы,**

**- построить дифференциальные уравнения Колмогорова, решить эти уравнения,**

**- построить систему алгебраических уравнений по закону баланса потоков, решить эти уравнения,**

**- сравнить результаты алгебраических и дифференциальных уравнений,**

**- рассчитать показатели эффективности обслуживания объекта.**

**Состояния системы, обслуживающие n объектов с m бригадами, *n = 5, m = 3***

 ***S0 - все объекты в рабочем состоянии, бригады свободны,***

***S1 - одна вещь вышла из строя, одна команда работает,***

***S2 - два объекта вышли из строя, работают две бригады,***

***S3 - три объекта вышли из строя, работают три бригады,***

***S4 - четыре предмета вышли из строя, три бригады работают, один поврежденный предмет ожидает восстановления,***

***S5 - все пять объектов вышли из строя, три бригады работают, два объекта ожидают обновления.***

**Stāvokļu grafs, apkalpojot objektus ar vienu brigādi**



**Kolmogorova diferenciālie vienādojumi:**



**Решение дифференциальных уравнений**



**Решение алгебраических уравнений и определение граничных вероятностей**

**n показателей эффективности обслуживания объектов м бригадами:**

- вероятность того, что у команд нет работы P0, m = 3, P0 = 0,726

- среднее количество отказов, устраненных м бригадами

в час NB

$μ=0.059 P0=0.726 NB=(1-P0)μ$ NB = 0.048

то есть В течение 100 часов бригады ликвидируют меньше

пять отказов