**СПБГУТ имени профессора М.А. Бонч-Бруевича**

**Кафедра программной инженерии и вычислительной техники**

**ОТЧЕТ**

**по результатам практического занятия/лабораторной работы**

**Индивидуальное задание № 2**

**Выполнили:**

**Хохлов Т. В., ИКПИ - 14**

**Проверил:**

**доцент кафедры,**

**ктн Вивчарь Р.М.**

Подпись\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г.

Санкт-Петербург, 2023 г.

**Цель занятия**:

Построить модель поддержания в готовности ТУ к применению по назначению. Определить вероятность нахождения ТУ в работоспособном состоянии. Провести исследования с моделью с целью установления зависимости вероятности нахождения ТУ в работоспособном состоянии от периодичности контроля его технического состояния.

**Исходные данные:**

*Формулировка индивидуального задания*

Имеется техническое устройство (ТУ), функционирование которого имеет многократный циклический характер применения по назначению. При нахождении ТУ в готовности к применению по назначению возможны его отказы.

С целью установления отказа ТУ и своевременного восстановление его работоспособности проводится периодический контроль его технического состояния продолжительностью 10 часов. Периодичность контроля технического состояния задана в эксплуатационной документации и равна 500 часов. Технология проведения контроля позволяет ТУ вовремя его проведения находиться в готовности к применению по назначению.

Надежностные характеристики ТУ следующие: средняя наработка на отказ в режиме поддержания в готовности к применению составляет 700 часов, среднее время восстановления составляет 25 часов.

Техническая документация предписывает после восстановления работоспособности ТУ вследствие отказа проводить контроль его технического состояния в таком же объеме, как и для установления отказа ТУ.

Надежностные характеристики средств контроля обусловливают возможность ошибочного признания работоспособного объекта неработоспособным с вероятностью 0,05.

Построить модель поддержания в готовности ТУ к применению по назначению. Определить вероятность нахождения ТУ в работоспособном состоянии. Провести исследования с моделью с целью установления зависимости вероятности нахождения ТУ в работоспособном состоянии от 20 периодичности контроля технического состояния и надежностных характеристик ТУ.

**Разработка концептуальной модели**

На первом этапе необходимо определить в каких возможных состояниях может находиться ТУ:

– работоспособном состоянии, готово к применению по назначению;

‒ неработоспособном состоянии, не готово к применению по

назначению;‒ неработоспособном состоянии, не готово к применению по

назначению, проводится контроль технического состояния;

‒ работоспособном состоянии, готово к применению по

назначению, проводится контроль технического состояния;

‒ неработоспособном состоянии, не готово к применению по

назначению, проводятся ремонтно-профилактические работы

На втором этапе необходимо определить каковы возможные переходы из каждого состояния:

‒ из состояния 1:

* В состояние 2, что обусловлено надежностью оборудования;
* В состояние 4, что обусловлено необходимостью проведение контроля технического состояния;

‒ из состояния 2:

* В состояние 3, что обусловлено необходимостью проведение контроля технического состояния;

‒ из состояния 3:

* В состояние 5, что обусловлено тем, что в результате проверки на функционирование ТУ, определённой техническим обслуживанием, будет выявлен отказ оборудования;

‒ из состояния 4:

* В состояние 5, что обусловлено тем, что в результате проверки на функционирование ТУ, определённой техническим обслуживанием, будет выявлен отказ оборудования;
* В состояние 1, что обусловлено окончанием проведения контроля технического состояния;

Изображение выглядит как рисунок, зарисовка, круг, диаграмма

Автоматически созданное описание

*Рис. 1 – Конептуальное представление модели поддержания ТУ в готовности к применению по назначению*

На третьем этапе необходимо определить входные и выходные параметры модели:

– входные параметры модели:

TO – Средняя наработка на отказ;

TB — Среднее время восстановления ТУ;

τ – Периодичность контроля технического состояния;

TK – Время контроля технического состояния;

**Определение допущений и ограничений**

**Допущение:** рассматриваемое ТУ может в любой момент времени может находиться только в одном состоянии и проводить в нем, случайное время, распределенное по экспоненциальному закону.

Основанием для такого допущения является анализ практики эксплуатации различного телекоммуникационного оборудования и накопленный опыт моделирования схожих объектов.

**Выбор метода моделирования**

Для описания процесса поддержания ТУ в готовности к применению

по назначению будем использовать имитационное моделирование.

**Подготовка исходных данных для моделирования**

– входные параметры модели:

ТО = 700 ч.

Тв = 25 ч.;

𝜏 = 500 ч.;

𝑇 = 10 ч.;

Pо = 0.05

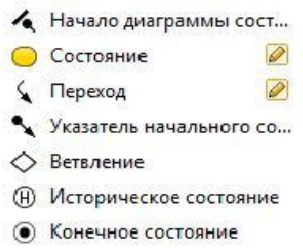
**Построение модели**

**Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, черно-белый

Автоматически созданное описание**

**Выбор средств моделирования и реализации модели**

В качестве средства моделирования рекомендуется использовать среду имитационного моделирования Anylogic. Для разработки и реализации модели поддержания ТУ в готовности к применению по назначению в среде Anylogic используются элементы панели инструментов (палитры) Диаграммы состояний (рис. 2).



*Рис. 2 – Элементы диаграммы состояний*

Задание свойств входных параметров

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название элемента | Свойство | Значение |
| t0g | Тип | Double |
| Значение по умолчанию | 700 |
| tv | Тип | Double |
| Значение по умолчанию | 25 |
| taug | Тип | Double |
| Значение по умолчанию | 500 |
| Tg | Тип | Double |
| Значение по умолчанию | 10 |

Задание свойств состояний

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название элемента | Свойство | Значение |
| S1 | Действие при входе | timeStart=time() |
| Действие при выходе | timeEnd=time(); timeDiff+=timeEnd-timeStart; timeStart = 0 |
| Цвет заливки | lime |
| S2 | Действие при входе |  |
| Действие при выходе |  |
| Цвет заливки | red |
| S3 | Действие при входе |  |
| Действие при выходе |  |
| Цвет заливки | gold |
| S4 | Действие при входе | timeStart=time() |
| Действие при выходе | timeEnd=time(); timeDiff+=timeEnd-timeStart; timeStart = 0 |
| Цвет заливки | lime |
| S5 | Действие при входе |  |
| Действие при выходе |  |
| Цвет заливки | red |

Задание свойств переходов из состояний в состояния

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название элемента | Свойство | Значение |
| Из S1 в S2 | Происходит | С заданной интенсивностью |
| Интенсивность | 1/t0g |
| Из S2 в S3 | Происходит | С заданной интенсивностью |
| Интенсивность | pow((t0g-(taug\*exp(-taug/t0g))/(1-exp(-taug/t0g))), -1) |
| Из S3 в S5 | Происходит | С заданной интенсивностью |
| Интенсивность | 1/Tg |
| Из S5 в S1 | Происходит | С заданной интенсивностью |
| Интенсивность | 1/tv |
| Из S1 в S4 | Происходит | С заданной интенсивностью |
| Интенсивность | 1/taug |
| Из S4 в S1 | Происходит | С заданной интенсивностью |
| Интенсивность | 1/Tg |
| Из S4 в S5 | Происходит | С заданной интенсивностью |
| Интенсивность | 1.05/Tg |

Задание свойств переменных

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название элемента | Свойство | Значение |
| timeStart | Тип | Double |
| Начальное значение | 0 |
| timeEnd | Тип | Double |
| Начальное значение | 0 |
| timeDiff | Тип | Double |
| Начальное значение | 0 |
| P | Тип | Double |
| Начальное значение | 0 |

Задание свойств событий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название элемента | Свойство | Значение |
| rashetKg | Тип события | По таймауту |
| Использовать модельное время | Выбрать |
| Время срабатывания | 8760 (часов) |
| Действие | **if** (timeStart != 0) {  timeEnd=time();  timeDiff+=timeEnd-timeStart;  }  P=timeDiff/8760 |

**Исследование процесса поддержания ТУ в Готовности к применению по назначению с помощью Разработанной модели**

Построить модель поддержания в готовности ТУ к применению по назначению. Определить вероятность нахождения ТУ в работоспособном состоянии. Провести исследования с моделью с целью установления зависимости вероятности нахождения ТУ в работоспособном состоянии от периодичности контроля его технического состояния.