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

**Кафедра программной инженерии и вычислительной техники**

**ОТЧЕТ**

**по результатам практического занятия/лабораторной работы**

**Индивидуальное задание № 1**

**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;

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 объект

**Выбор метода моделирования**

Для моделирования поддержания ТУ в готовности к применению по назначению, исходя из принятых допущений и анализа научно-технической литературы в данной предметной

области, целесообразно использовать теорию графов и случайных марковских процессов. 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**

На первом этапе построим граф модели и определим интенсивности переходов из состояний.

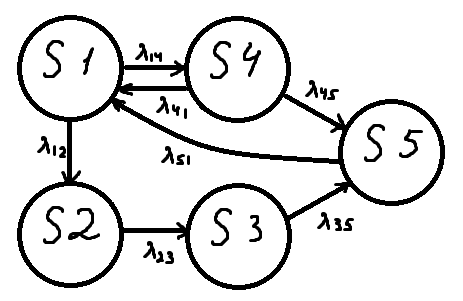


Рис. 1: Граф модели

На втором этапе составим систему уравнений Колмогорова:

**Результаты выполнения индивидуального занятия (модели, графики, вычисленные показатели)**

Полагая все pi постоянными, а все производные равными нулю, получим систему алгебраических уравнений. Решим систему уравнений, добавив нормирующее уравнение 𝑝1 + 𝑝2 + 𝑝3 + 𝑝4 + 𝑝5 + 𝑝6 + 𝑝7 = 1, а результат представим в виде:

P1 = 1 / [1 + (λ12 / λ23) + (λ12 / λ35) + (λ14 / (λ41 + λ45)) + ((λ12 + (λ45 \* λ14) / (λ41 + λ45)) / λ51)]

P2 = (λ12 / λ23) \* P1

P3 = (λ12 / λ35) \* P1

P4 = (λ14 / (λ41 + λ45)) \* P1

P5 = [(λ12 + (λ45 \* λ14) / (λ41 + λ45)) / λ51] \* P1

**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.

