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

**Кафедра программной инженерии и вычислительной техники**

**ОТЧЕТ**

**по результатам практического занятия/лабораторной работы**

**Индивидуальное задание № 3**

**Выполнили:**

**Хохлов Т. В., ИКПИ - 14**

**Проверил:**

**доцент кафедры,**

**ктн Вивчарь Р.М.**

Подпись\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г.

Санкт-Петербург, 2023 г.

**Исходные данные:**

*Формулировка индивидуального задания*

Направление связи между сложных техническим объектом и его цифровым двойником состоит из трех каналов (двух основных и резервного) и общего входного буфера ёмкостью на 8 сообщений.

На направление поступают три потока сообщений с экспоненциально распределенными интервалами времени, средние значения которых равны 5 мин, 5 мин и 5 мин соответственно. При нормальной работе сообщения передаются по основным каналам. Продолжительность передачи одного сообщения по основному каналу распределена по экспоненциальному закону со средним значением 8 мин.

В основных каналах происходят сбои через интервалы времени, распределенные по экспоненциальному закону со средним значением 15 мин.

Если сбой происходит во время передачи, то сообщение теряется. За время 5 с. запускается резервный канал, который передает сообщения, начиная с очередного. Продолжительность передачи одного сообщения по резервному каналу распределено по экспоненциальному закону со средним значением 10 мин.

Основные каналы является восстанавливаемыми. Время восстановления каналов подчинено экспоненциальному закону со средним значением 7 мин. После восстановления резервный канал выключается и основной канал продолжает работу с очередного сообщения.

Необходимо разработать имитационную модель направления связи и провести исследование функционирования направления связи в течение 5 ч.

с целью определения

‒ коэффициентов использования основного и резервного каналов

связи;

‒ вероятности передачи сообщений потоками 1, 2 и 3;

‒ вероятность передачи сообщений направлением связи в целом.

Провести исследования с моделью с целью определения путей повышения вероятности передачи сообщений направлением связи в целом.

**Постановка цели моделирования**

Целью разработки модели является возможность оценивания рациональной ёмкости накопителя; загрузки основного и резервного каналов связи; вероятности передачи сообщений потока 1 и потока 2; вероятности передачи сообщений направлением связи в целом в зависимости от заданных характеристик направления связи

**Разработка концептуальной модели**

Направление связи можно представить в виде системы массового обслуживания разомкнутого типа с ожиданием и с отказами из-за ограниченной ёмкости входного буфера, а также не абсолютной надёжности – выходами из строя (отказами) основного канала.

В качестве заявок выступают сообщения, в качестве обслуживающих приборов – каналы связи. Количество источников заявок – 3 шт., количество обслуживающих приборов – 3 шт. (два основных и резервный).

Определим основные характеристики такой СМО:

1. Входящий поток представляет собой три потока со следующими характеристиками:

1.1. поток 1 и поток 2: закон распределения длительности между прибытиями сообщений экспоненциальный, среднее время T1. Количество заявок, прибывающих за один раз равно Z1.

1.2. поток 3: закон распределения длительности между прибытиями сообщений экспоненциальный, среднее время T2. Количество заявок, прибывающих за один раз равно Z2.

2. Дисциплина постановки в очередь: FIFO

3. Правило обслуживания: для основных обслуживающих приборов:

‒ длительность обслуживания: закон распределения экспоненциальный, средняя продолжительность ТО1;

‒ количество заявок, обслуживаемых одновременно равно ZO1;

‒ дисциплина обслуживания бесприоритетная, раньше поступил на обслуживание, раньше обслужился, обслуживание прекращается при отказе обслуживающего прибора, частично обслуженные заявки уничтожаются.

Для резервного обслуживающего прибора:

‒ длительность обслуживания: закон распределения экспоненциальный, средняя продолжительность ТО2;

‒ количество заявок, обслуживаемых одновременно равно ZO2;

‒ дисциплина обслуживания бесприоритетная, раньше поступил на обслуживание, раньше обслужился, обслуживание прекращается при отказе обслуживающего прибора, частично обслуженные заявки уничтожаются.

1. Выходящий поток: характеристики не важны, так как СМО однофазная.

2. Режим работы:

2.1. надежностные характеристики основного обслуживающего прибора:

2.1.1. продолжительность работы прибора между отказами: закон распределения экспоненциальный, средняя продолжительность Totk1;

2.1.2. продолжительность восстановления: закон распределения экспоненциальный, средняя продолжительность Tv1.

2.2. продолжительность включения резервного канала – Tvk2. Структура СМО имеет следующий вид (рис. 14).

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, диаграмма

Автоматически созданное описание*Рис. 1 – Представление направления связи в виде СМО*

Далее необходимо определить входные и выходные параметры модели.

Входные параметры модели:

Т1 – среднее время между прибытиями сообщений из первого/второго источника;

Т2 – среднее время между прибытиями сообщений из второго источника;

Z1 – количество сообщений, прибывающих за один раз из первого/второго источника;

Z2 – количество сообщений, прибывающих за один раз из третьего источника;

С – емкость буфера;

TО1 – средняя продолжительность обслуживания основным обслуживающим прибором;

TO2 – средняя продолжительность обслуживания резервным обслуживающим прибором;

ZO1 – количество одновременно обсуживающихся заявок основным обсуживающимся пробором;

ZO2 – количество одновременно обсуживающихся заявок резервным обсуживающимся пробором;

Totk – средняя продолжительность работы основного обслуживающего прибора между отказами;

Tv – средняя продолжительность восстановления основного обслуживающего прибора;

Tvk – продолжительность включения резервного канала. Выходные параметр модели:

R1 – загрузка основного канала связи;

R2 – загрузка резервного канала связи;

P1 – вероятность передачи сообщений источника 1;

P2 – вероятность передачи сообщений источника 2;

P1 – вероятность передачи сообщений источника 3;

Pob – вероятность передачи сообщений направлением связи в целом.

**Определение допущений и ограничений**

Допущения:

‒ потоки сообщений простейшие;

‒ надежностными характеристиками резервного канала связи можно пренебречь.

Основанием для таких допущений является анализ функционирования различных сетей связи и накопленный опыт моделирования схожих объектов.

**Выбор метода моделирования**

Для описания процесса функционирования направления связи будем использовать имитационное моделирование.

**Подготовка исходных данных для моделирования**

Исходя из индивидуального задания исходные данные следующие:

Т1= 5 мин.;

Т2= 5 мин.;

Z1= 1;

Z2= 1;

С=5;

TО1= 8 мин.;

TO2= 10 мин.;

ZO1=1;

ZO2=1;

Totk1=15 мин.;

Tv1= 7мин.;

Tvk2=5 с.

**Построение модели**

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма

Автоматически созданное описание

**Выбор средств моделирования и реализации модели**

В качестве средства моделирования рекомендуется использовать среду имитационного моделирования Anylogic.

Целесообразно представить модель функционирования направления связи в соответствии с определённой нами структурой направления связи как СМО (см. рис. 1) в виде совокупности следующих сегментов:

‒ исходные данные;

‒ источники сообщений;

‒ буфер, основной и резервный каналы связи;

‒ имитатор отказов основного канала;

‒ результаты моделирования.

Для временного согласования элементов имитационной модели введём масштабирование: 1 единица модельного времени соответствует 1 с, то есть, например, время моделирования равно 2 часам, тогда 2 ∙ 60 ∙ 60 = 7200 единиц модельного времени.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описание

*Рис. 2 Схема СМО реализованная в AnyLogic*

**Получение результатов моделирования**

**Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание**

В результате моделирования было получено:

P1=0,372;

P2=0,333;

P3=0,239;

Pob=0,371.