

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра (предметная комиссия) _____ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

СОГЛАСОВАНО
Гл. специалист предприятия, для
которого выполнен реальный
проект (работа)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ИС

подпись, инициалы, фамилия

«»2023 г.

подпись, инициалы, фамилия

«»2023 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту (работе)

На тему: Моделирование работы специализированного вычислительного
устройства

Автор курсового проекта (работы) Буланов И.И.

подпись, инициалы, фамилия

Обозначение курсового проекта (работы) _____ группа ИСТ-2035 _____

Специальность: _____ Информационные системы и технологии _____
номер, наименование

Руководитель проекта (работы): _____

Козлова Ю.Г.

подпись, дата, инициалы,

фамилия

Проект (работа) защищен(а): оценка:
дата

Консультанты по разделам:

Аналитическая часть

краткое наименование раздела
инициалы, фамилия

подпись, дата,

Проектная часть

краткое наименование раздела
фамилия

подпись, дата, инициалы,

Нормоконтролер

фамилия

подпись, дата, инициалы,

Тверь 2023

Тверской государственный технический университет
Кафедра Информационные системы

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИС

подпись, инициалы, фамилия

«»2023 г.

ЗАДАНИЕ на выполнение курсового проекта

(работы)

Студенту: Буланову И.И.

Тема проекта (работы): Моделирование работы специализированного
вычислительного устройства

(утверждена приказом по ВУЗу от _____ № _____).

Срок сдачи студентом законченного проекта (работы): _____

Исходные данные к проекту (работе):

Содержание расчётно-пояснительной записки курсового проекта (работы):

а) Аналитическая часть:

б) Проектная часть:

Перечень графического (иллюстративного)
материала: _____

Консультанты по проекту (работе) с указанием относящихся к ним разделов
проекта

Дата выдачи задания: _____

Руководитель: _____

Задание принял к исполнению “ ____ ” _____ 2023 г.

(подпись студента)

ЗАДАНИЕ

1. Тема

Моделирование работы специализированного вычислительного устройства

2. Исходные данные к проекту

Специализированное вычислительное устройство, работающее в режиме реального времени, имеет в своем составе два процессора, соединенные с общей оперативной памятью. В режиме нормальной эксплуатации задания выполняются на первом процессоре, а второй является резервным. Первый процессор работает безотказно лишь в течение 150 ± 20 мин. Если отказ происходит во время решения задания, то мгновенно производится подключение второго процессора, который продолжает решение прерванного задания, а также решает и последующие задания до восстановления первого процессора. Это восстановление происходит за 20 ± 10 мин, после чего начинается решение очередного задания на первом процессоре, а резервный отключается. Задания поступают каждые 10 ± 5 мин, а решаются за 5 ± 2 мин. Надежность второго процессора абсолютна.

Смоделировать процесс работы устройства в течение 50ч. Определить число решенных заданий, число отказов первого процессора и коэффициент загрузки второго.

3. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

3.1 Построение концептуальной модели

3.2 Формализация концептуальной модели

3.3 Построение моделирующего алгоритма

3.4 Математическая модель

3.5 Получение и интерпретация результатов моделирования

4. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Структурная схема модели, Временная диаграмма, Q-схема, Укрупненная схема, Блок-диаграмма GPSS модели

5. Литература, пособия

Советов Б.Я. Моделирование систем. Практикум: Учеб. Пособие для вузов/Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. - 2-е изд., перераб. И доп - М.: Высш. шк., 2003. - 295 с.

6. Дата выдачи задания

7. Срок сдачи студентом законченного проекта

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАДАНИЕ_____	3
ВВЕДЕНИЕ_____	6
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ_____	7
ОПИСАНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ_____	7
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ И ЕЕ ОПИСАНИЕ_____	8
ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА И ЕЕ ОПИСАНИЕ_____	9
Q-СХЕМА СИСТЕМЫ И ЕЕ ОПИСАНИЕ_____	10
УКРУПНЕННАЯ СХЕМА МОДЕЛИРУЮЩЕГО АЛГОРИТМА_____	11
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ_____	13
ОПИСАНИЕ МАШИННОЙ ПРОГРАММЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ_____	14
РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ_____	15
СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК_____	19
ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ УЛУЧШЕНИЙ В РАБОТЕ СИСТЕМЫ_____	19
ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ВАРИАНТ МОДЕЛИ С РЕЗУЛЬТАТАМИ_____	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ_____	21
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ_____	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. МАШИННАЯ ПРОГРАММА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ_____	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. БЛОК-ДИАГРАММА GPSS МОДЕЛИ_____	24

ВВЕДЕНИЕ

Целью курсовой работы является: смоделировать работу специализированной вычислительной системы в течение 50ч.

Задача заключается в составлении и исследовании модели вычислительной системы и определении основных характеристик моделируемой системы:

- ✓ число решенных заданий;
- ✓ число отказов процессора;
- ✓ число прерванных заданий;
- ✓ коэффициент загрузки резервного процессора;
- ✓ также максимальные и средние значения количества заданий в очередях.

Данная задача решена с помощью пакета программ имитационного моделирования GPSS. Текст программы приведен в приложении. Блок-схемы алгоритмов и программ построены в Visio 2007.

Программа GPSS не требует наличия высоких ресурсов ЭВМ. Для моделирования не требуется наличия никаких специализированных устройств. Из программного обеспечения на ЭВМ, на которой проводится моделирование, могут быть установлены операционные системы MS-DOS, Windows 95/98/ME/NT/2k и интерпретатор GPSS - программа GPSS.exe.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ОПИСАНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ

Специализированное вычислительное устройство, работающее в режиме реального времени, имеет в своем составе два процессора, соединенные с общей оперативной памятью.

В режиме нормальной эксплуатации задания выполняются на первом процессоре, а второй является резервным.

Первый процессор работает безотказно лишь в течение 150 ± 20 мин. Если отказ происходит во время решения задания, то мгновенно производится подключение второго процессора, который продолжает решение прерванного задания, а также решает и последующие задания до восстановления первого процессора.

Это восстановление происходит за 20 ± 10 мин, после чего начинается решение очередного задания на первом процессоре, а резервный отключается.

Задания поступают каждые 10 ± 5 мин, а решаются за 5 ± 2 мин.

Надежность второго процессора абсолютна.

Смоделировать процесс работы устройства в течение 50 ч.

Определить число решенных заданий, число отказов первого процессора и коэффициент загрузки второго.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ И ЕЕ ОПИСАНИЕ

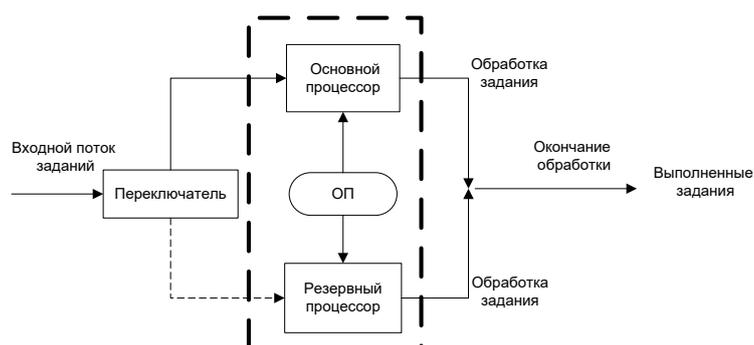


Рисунок 1.2 - Структурная схема модели

На структурной схеме (рисунок 1.2) изображены следующие элементы моделируемой системы:

- Поток - задания
- Переключатель - проводит проверку 1-ого процессора на работоспособность
- ОП - общая оперативная память, которая соединяет два процессора
- Основной и резервный процессор

Опишем каждый блок структурной схемы модели. Поступление заданий на вход системы происходит в среднем каждые 10 минут.

Поступившие на вход вычислительной системы задания выполняются на первом процессоре в режиме нормальной эксплуатации в среднем 150 минут.

Переключатель проверяет первый процессор на работоспособность. Во время восстановления основного процесса, т.е. в течение 20 минут, переключателем мгновенно производится подключение второго процессора, который решает задания до восстановления первого процессора.

После чего начинается решение очередного задания на основном процессоре, а резервный отключается.

ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА И ЕЕ ОПИСАНИЕ

Анализ условия задачи и структурной схемы позволяет сказать, что в процессе работы специализированного вычислительного устройства возможны следующие ситуации:

- 1) Режим нормальной эксплуатации, когда задания выполняются на первом процессоре
- 2) Работа резервного процессора в то время, как основной процессор восстанавливается

Более детально процесс функционирования вычислительного устройства можно представить на временной диаграмме (рисунок 1.3).

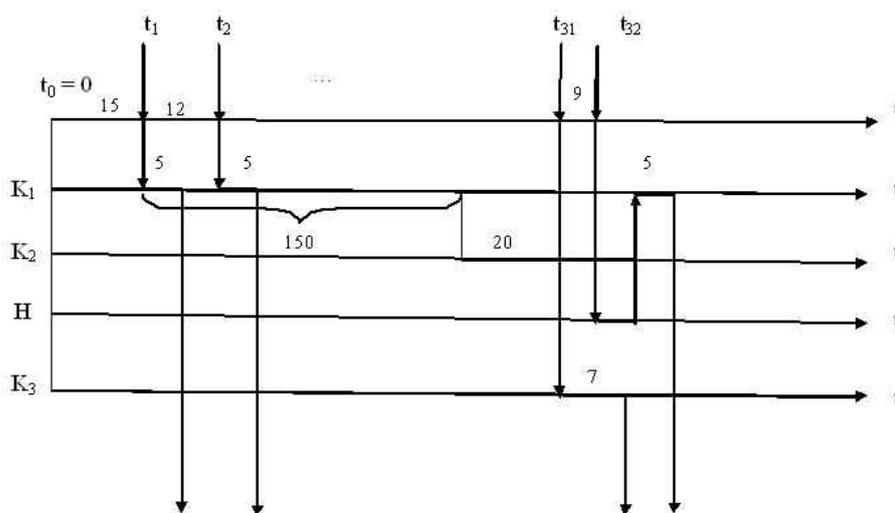


Рисунок 1.3 - Временная диаграмма

На временной диаграмме:

- K_1 - выполнение заданий на первом процессоре
- K_2 - восстановление первого процессора
- K_3 - выполнение заданий на резервном процессоре
- H – накопитель

С помощью временной диаграммы можно выявить все особые состояния системы, которые необходимо будет учесть при построении детального моделирующего алгоритма.

Рассмотрим приведенную на рисунке 1.3 временную диаграмму. Моменту времени $t_1 = 15$ минут соответствует появление первого задания на входе системы. Первое задание выполняется на основном процессоре 5 минут, по окончании выполнения продвигается на выход системы. В момент времени $t_2 = 12$ минут, приходит второе задание, решается 5 минут на основном процессоре и выходит из системы. Далее на временной диаграмме показаны три точки, что означает безотказную работу первого процессора в режиме нормальной эксплуатации в течение 150 минут. Пока основной процессор восстанавливается в течение 20 минут, приходит очередное задание, которое поступает на резервный процессор, решается 7 минут и выходит из системы. Затем через 9 минут приходит следующее задание, но резервный процессор занят, поэтому задание поступает в накопитель и ожидает своей очереди. После освобождения первого процессора задание решается 5 минут и продвигается на выход системы.

Q-СХЕМА СИСТЕМЫ И ЕЕ ОПИСАНИЕ

Все описанное выше есть этап построения концептуальной модели системы.

Данный этап является переходом от содержательного к формальному описанию объекта исследования. Из анализа содержательного описания объекта следует, что наилучшим способом формального описания является применения непрерывно-стохастического подхода, с использованием систем массового обслуживания.

Так как описанные процессы являются процессами массового обслуживания, то для формализации задачи используем символику Q-схем. В соответствии с построенной концептуальной моделью и символикой Q-схем структурную схему данной СМО (рисунок 1.2) можно представить в виде, показанном на рисунке 1.4, где И - источник, К - канал, Н - накопитель.

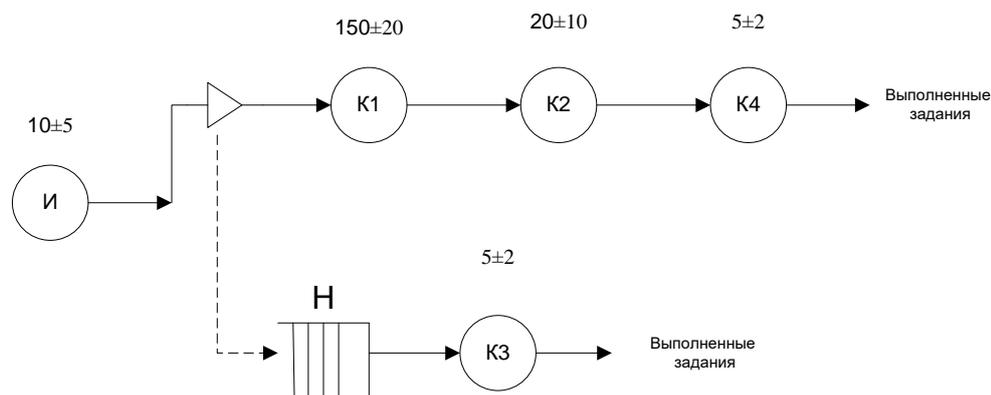


Рисунок 1.4 - Q-схема

Источник И имитирует процесс поступления заданий, которые поступают в течение 10 минут. Канал К1 - работа первого процессора. В течение 150 минут задания выполняются на основном процессоре. Клапан регулирует работу процессоров, т.е. когда основной процессор восстанавливается, работа передается резервному процессору. Канал К2 - восстановление основного процессора в течение 20 минут. Канал К4 - решение заданий в течение 5 минут. Н - накопитель, куда поступают задания, для ожидания освобождения второго процессора. Канал К3 - решение заданий в течение 5 минут на резервном процессоре.

УКРУПНЕННАЯ СХЕМА МОДЕЛИРУЮЩЕГО АЛГОРИТМА

Следующим этапом формализации модели является построение моделирующего алгоритма. На рисунке 1.5 приведена обобщенная

(укрупнённая) схема, описывающая работу специализированной вычислительной системы, работа схема осуществляется по "принципу Δt ". Согласно принципа, работа системы осуществляется только в момент времени $t^* = t + \Delta t$, t - предыдущее значение счетчика системного времени, t^* - текущее значение счетчика системного времени. Т.е. рассматриваются только те моменты работы системы, когда происходит движение транзактов от накопителя к устройству или от устройства к накопителю, появлению транзактов на входе и выходе системы, окончание обслуживания транзактов.

Рассмотрим работу модели. Блок 1 - Начало работы системы, далее происходит поступление заданий - ввод параметров моделирования (блок 2). Далее проверяется условие: включен ли 1 - ый процессор (главный), если да, то задания поступают на обработку, если нет, то включается резервный процессор, и все задания поступают к нему на обработку (блок 3). Блок 4- задания поступают на обработку к главному процессору. Происходит обработка заданий на главном процессоре (блок 5). Блок 6 - Задания поступают на обработку к резервному процессору. Затем результаты моделирования обрабатываются и осуществляется сбор статистики (блок 8). После этого происходит вывод результатов моделирования на экран (блок 9).

Блок 10 - Окончание работы системы.

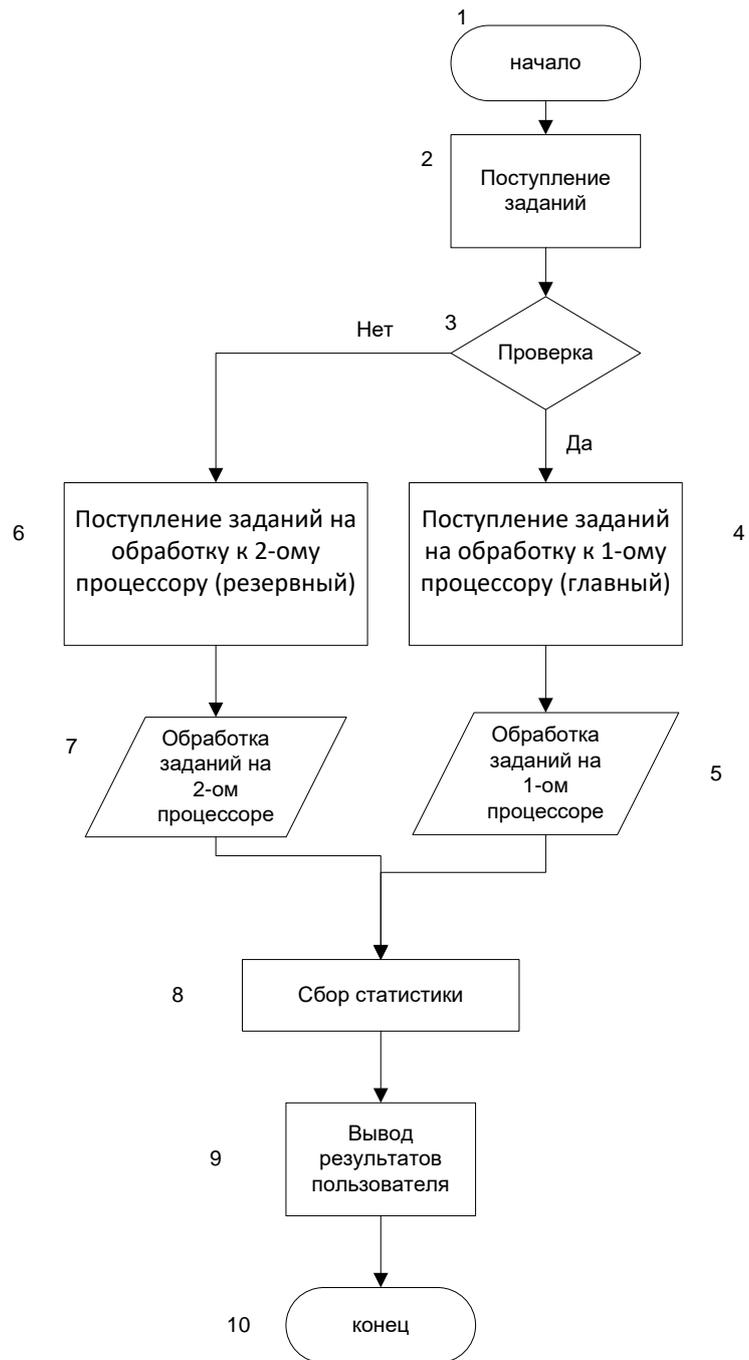


Рисунок 1.5 - Укрупненная схема

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

По заданию требуется определить число решенных заданий, число отказов первого процессора и коэффициент загрузки второго.

Определим переменные и уравнения математической модели:

N_p - число решенных заданий

$N_{ст}$ - число отказов первого процессора

$K_{заг.2}$ - коэффициент загрузки второго процессора

T - общее время работы устройства

t_n - время поступления заданий

t_p - время решения заданий

t_v - время восстановления основного процессора

t_1 - время безотказной работы первого процессора

$$N_p = \frac{T}{t_n} = \frac{3000}{10} = 300 \text{ заданий;}$$

$$N_{ст} = \frac{T}{t_1} = \frac{3000}{150} = 20 \text{ отказов}$$

$$K_{заг.2} = \frac{N_{ст} \cdot t_v}{T} = 0,13$$

ОПИСАНИЕ МАШИННОЙ ПРОГРАММЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Машинная программа, имитирующая работу объекта исследования, приведена в приложении 1. Блок-диаграммы GPSS модели приведена в приложении 2. Рассмотрим работу данной программы.

Прогон модели, т.е. собственно моделирование, выполняется с помощью специальной управляющей программы, которую называют симулятором (от английского SIMULATE - моделировать, имитировать).

Оператор SIMULATE (моделировать) устанавливает предел реального времени, отводимого на прогон модели.

Строки 20-90 реализуют работу основного процессора. Для создания транзактов, в нашем случае под транзактами будем подразумевать задания, входящие в модель, служит блок GENERATE (генерировать) - (строка 30).

Для формирования очереди в строке 60 используется блок QUEUE (qr1 - имя очереди). Парный ему блок DEPART - удаляет задания из очереди.

GATE - вспомогательный блок, проверяющий состояния устройств, памяти, логических ключей. Блок GATE проверяет, если cr1 включен, то пропускает транзакт, если нет, тогда проходит к блоку с меткой rezerv. Условие в виде логического атрибута ls означает, что ключ включен (строка 40).

SEIZE - RELEASE - парные блоки, обозначающие соответственно занять и освободить прибор обслуживания. Блок ADVANCE производит задержку (время решения задачи).

Строки 100-160 реализуют работу резервного процессора. Строка 210 GENERATE 150,20 - генерация транзактов, интервалы времени между появлениями транзактов распределены равномерно в диапазоне [150-20, 150+20].

Для управления состоянием логических ключей применяется блок LOGIC. Все ключи в модели в нулевой момент времени выключены, т.е. находятся в состоянии R. Символ R означает, что ключ требуется установить в состояние R (выключить), символ S - установить в состояние S (включить).

Строки 220-240 - реализуют работу системы в течение заданного периода времени. Цифра 3000 в строке 220, соответствует работе системы в течении 50 часов (1 час = 60 минут).

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

Статистика получена при проведении имитационного моделирования с использованием исходной модели приведенной в приложении 1.

Wednesday, June 15, 2011 22:05:04

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	3000.000	22	2	0

NAME	VALUE
CP1	10001.000
QP1	10000.000
QREZ	10002.000
REZ	10003.000
REZERV	9.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	302	0	0
	2	QUEUE	302	0	0
	3	GATE	302	0	0
	4	SEIZE	253	0	0
	5	DEPART	253	0	0
	6	ADVANCE	253	1	0
	7	RELEASE	252	0	0
	8	TERMINATE	252	0	0
REZERV	9	DEPART	49	0	0
	10	QUEUE	49	0	0
	11	SEIZE	49	0	0
	12	DEPART	49	0	0
	13	ADVANCE	49	0	0
	14	RELEASE	49	0	0
	15	TERMINATE	49	0	0
	16	GENERATE	19	0	0
	17	LOGIC	19	0	0
	18	ADVANCE	19	0	0
	19	LOGIC	19	0	0
	20	TERMINATE	19	0	0
	21	GENERATE	1	0	0
	22	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY
DELAY								
CP1	253	0.425	5.036	1	323	0	0	0
0								
REZ	49	0.079	4.815	1	0	0	0	0
0								

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE.COMT.	AVE.TIME	AVE. (-0)
RETRY							
QP1	1	0	302	287	0.004	0.040	0.798 0
QREZ	1	0	49	47	0.001	0.036	0.885 0

LOGICSWITCH	VALUE	RETRY
CP1	1	0

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
323	0	3003.845	323	6	7		
324	0	3011.434	324	0	1		
313	0	3041.894	313	0	16		

Проанализируем полученную статистику. Из отчета следует: значение системного времени изменялось от 0 до 3000, что соответствует работе системы в течении 50 часов (по условию задачи моделирования), в процессе моделирования были задействованы 22 блока, используются два устройства.

Моделью было сгенерировано 302 транзакта (задания) в течение заданного времени работы системы.

В разделе устройства (FACILITY) приведена статистика использования устройств (каналов). Устройству CP1 на момент завершения моделирования, соответствует статистика:

- на обслуживании находилось 253 заданий;
- коэффициент использования (занятости) данного устройства 0.425 - пункт UTIL;
- среднее время обслуживания в устройстве 5.036 единиц модельного времени - пункт AVE_TIME.

Для устройства REZ статистика, на момент завершения моделирования такова:

- на обслуживании находилось 49 заданий;
- коэффициент использования 0.079;
- среднее время обслуживания в устройстве 4.815 единиц модельного времени - пункт AVE_TIME.

В отчете приведена статистика очередей (QUEUE). Для QP1 и для QREZ максимальная длина очереди в течение рассматриваемого периода моделирования (MAX) равна 1.

LOGICSWITCH CP1 - имя логического переключателя. VALUE - значение логического переключателя на момент окончания моделирования, 1 означает включен. RETRY - количество транзактов, ожидающих выполнения специфических условий.

FEC - список будущих событий. XN - номер транзакта в списке будущих событий. PRI - текущий приоритет транзакта. BDT - время когда транзакт должен покинуть список будущих событий.

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК

Основными параметрами, по которым будет производиться сравнение, являются:

- число решенных заданий
- число отказов первого процессора
- коэффициент загрузки второго.

Сравним аналитические и практические значения:

N_p - число решенных заданий

$N_{ст}$ - число отказов первого процессора

$K_{заг.2}$ - коэффициент загрузки второго процессора

Аналитические результаты:

$N_p = 300$ заданий

$N_{ст} = 20$ отказов

$K_{заг.2} = 0,13$

Практические результаты:

$N_p = 302$ заданий

$N_{ст} = 19$ отказов

$K_{заг.2} = 0,079$

Несовпадение аналитических и практических результатов объясняется тем, что при аналитических расчетах использовались средние значения переменных.

ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ УЛУЧШЕНИЙ В РАБОТЕ СИСТЕМЫ

Подводя итог по проделанной работе, можно сделать вывод, что данная система обработки заявок сама по себе является оптимизированной.

Во-первых, в системе используется резервный процессор, который при сбое основного процессора выполняет его работу. Во-вторых, резервный процессор моментально подключается к управлению процессом, не происходит задержек между переключением процессоров. То же самое происходит и в момент восстановления основного процессора.

Выходная статистика также доказывает эффективность работы системы.

Во-первых, почти все заявки, сгенерированные источником, обрабатываются процессором. Во-вторых, коэффициенты нагрузок процессоров находятся в таком же процентном соотношении, что и время переключения регулирующего клапана.

ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ВАРИАНТ МОДЕЛИ С РЕЗУЛЬТАТАМИ

Исследуемая модель является оптимальной, она полностью эффективна и не нуждается в оптимизации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При моделировании системы были решены все поставленные задачи и получены результаты.

В ходе проектирования были определены характеристики специализированной вычислительной системы, разработана ее модель, проведен ряд экспериментов с моделью, в ходе которых установлены зависимости выходных данных от входных параметров, а также даны рекомендации, позволяющие повысить эффективность функционирования данной системы. Были сделаны выводы о качестве системы и возможном её улучшении.

Задача была решена оптимальным для данной ситуации способом. С одной стороны на процесс моделирования было потрачено сравнительно не много времени и сил, с другой - был получен близкий к действительности результат.

Модель не потребовала внесения серьезных изменений в ходе проектирования, так что и процесс создания модели можно считать удачным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Советов Б.Я. Моделирование систем. Практикум: Учеб. Пособие для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Явовлев. - 2-е изд., перераб. и доп - М.: Высш. шк., 2003. - 295 с.
2. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. Для вузов - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2001. - 343 с.
3. Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. - М.: Бестселлер, 2003. - 416 с.

Приложение 1. Машинная программа объекта исследования

```
10 simulate
20     generate 10,5; время поступления заданий
30     queue   qр1; формируется очередь с названием qр1
40     gate ls  ср1,rezerv; происходит проверка,если ср1 включен,то
пропускает транзакт, если нет,тогда проходит к блоку с меткой rezerv
50     seize   ср1; занять прибор обслуживания ср1
60     depart  qр1; покинуть очередь
70     advance 5,2; происходит задержка(время решения задачи)
80     release ср1; освободить прибор обслуживания
90     terminate;

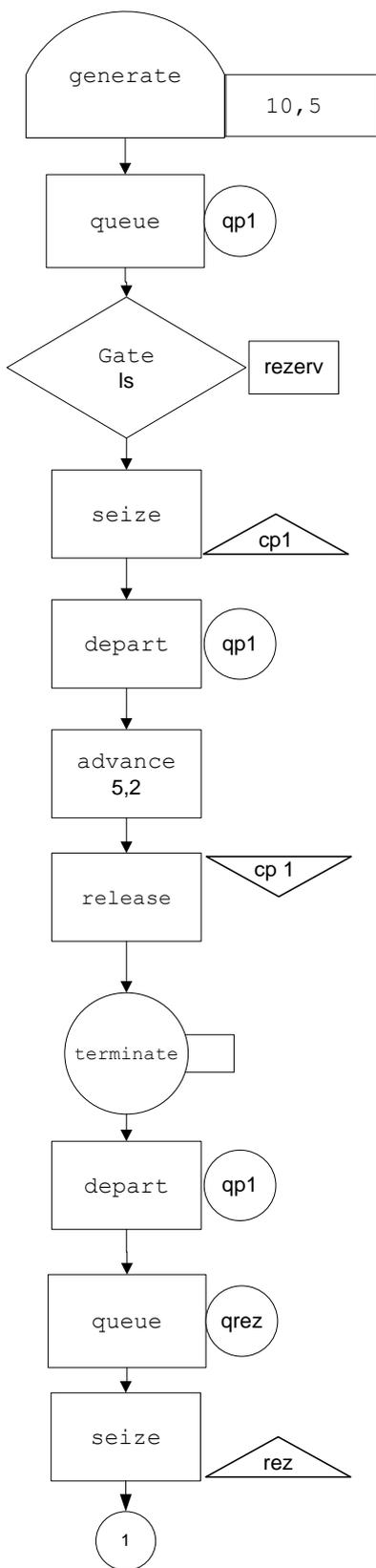
100 rezerv depart  qр1; покинуть очередь qр1
110     queue   qrez; сформировать очередь qrez
120     seize   rez; занять прибор обслуживания rez
130     depart  qrez; покидает очередь qrez
140     advance 5,2; происходит задержка
150     release rez; освободить прибор обслуживания

160     terminate;

170     generate 150,20; время работы 1 - ого процессора
180     logic r  ср1; логический переключатель, выключает ср1
190     advance 20,10; задержка (время восстановления 1 ого процессора)
200     logic s  ср1; логический переключатель, включает ср1
210     terminate;

220     generate 3000; общее время работы устройства 50 ч
230     terminate 1
240     start     1
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. БЛОК-ДИАГРАММА GPSS МОДЕЛИ



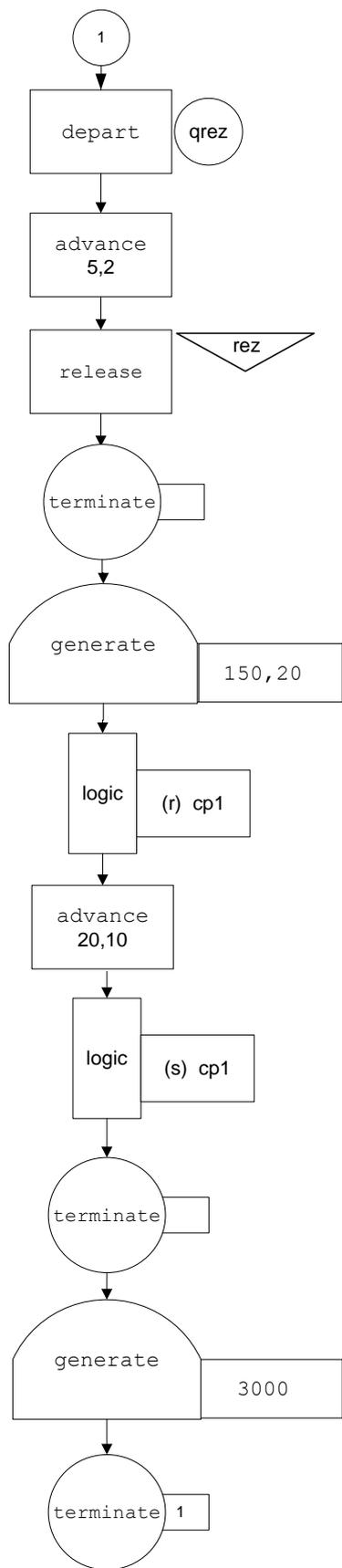


Рисунок 2.1 - Блок-диаграмма