Изображение выглядит как символ, логотип, дизайн

Автоматически созданное описание**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА (САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**

ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

Кафедра программных систем

Дисциплина

Моделирование информационных процессов и систем

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе на тему

«МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОТЕРМИНАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ»

Вариант 15

Студент Лапин К.С., группа № 6303-020302D

Руководитель Баландин А.В.

Самара 2024

Содержание

[1 Описание исследуемой системы как предмета моделирования 3](#_Toc168054090)

[1.1 Описание МВС 3](#_Toc168054091)

[1.2 Стратегия сервера 4](#_Toc168054092)

[2 Описание целей моделирования 6](#_Toc168054093)

[3 Разработка математической модели 7](#_Toc168054094)

[4 Формализация предмета моделирования 8](#_Toc168054095)

[4.1 Параметры потока транзакции 8](#_Toc168054096)

[4.2 Параметры сервера 9](#_Toc168054097)

[5 Формализация целей моделирования 11](#_Toc168054098)

[5.1 Критерии оценки потока транзакции 11](#_Toc168054099)

[5.1.1 Время ожидания результата выполнения задания -ой ТС 11](#_Toc168054100)

[5.1.2 Производительность -ой ТС 11](#_Toc168054101)

[5.1.3 Эффективность работы -ой ТС 12](#_Toc168054102)

[5.2 Критерии оценки сервера 12](#_Toc168054103)

[5.2.1 Абсолютная пропускная способность сервера 12](#_Toc168054104)

[5.2.2 Эффективность загрузки сервера 13](#_Toc168054105)

[6 Разработка имитационной модели 14](#_Toc168054106)

[6.1 Описание агента 14](#_Toc168054107)

[6.2 Описание имитационной модели 15](#_Toc168054108)

[7 Оценка адекватности модели 23](#_Toc168054109)

[8 Статистическая оценка характеристик системы 26](#_Toc168054110)

[8.1 Пропускная способность сервера 26](#_Toc168054111)

[8.2 Эффективность работы сервера 26](#_Toc168054112)

[8.3 Производительность работы -ой ТС 27](#_Toc168054113)

[8.4 Эффективность работы i-ой ТС 28](#_Toc168054114)

[8.5 Время ожидания результата выполнения -ой ТС 29](#_Toc168054115)

[8.6 Время ожидания заданием -ой ТС начала выполнения 30](#_Toc168054116)

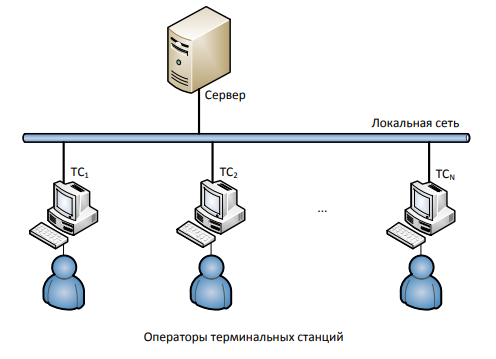
[9 Эксперименты с моделью и оптимизация параметров системы 32](#_Toc168054117)

[10 Итоговые результаты работы 38](#_Toc168054118)

[11 Список использованных источников 41](#_Toc168054119)

1. Описание исследуемой системы как предмета моделирования
   1. Описание МВС

В данной курсовой работе предметом моделирования является многотерминальная вычислительная система (МВС) на базе локальной вычислительной сети, представленной на рисунке 1, которая состоит из центрального компьютера (сервера) и взаимодействующих с ним в интерактивном режиме терминальных станций (ТС). МВС работает под управлением сетевой многопроцессорной операционной системы, обеспечивающей взаимодействие между процессами-клиентами ТС, распределёнными по узлам локальной сети, и процессом-сервером посредством обмена сообщениями.

  
Рисунок 1 – Многотерминальная вычислительная сеть

Терминальные станции используются операторами для подготовки вычислительных заданий, отправляемых серверу для выполнения. Подготовленное оператором ТС вычислительное задание отправляется серверу для выполнения, после чего оператор ожидает получение результатов. Результаты выполненного вычислительного задания сервер отправляет на ТС оператора. После получения результатов и их анализа оператор подготавливает и отправляет серверу очередное задание. Далее всё повторяется.

Вычислительное задание формируется оператором на терминальной станции посредством текстового редактора в виде командных строк, предназначенных для их последовательного выполнения командным интерпретатором сервера. Оператор, завершив подготовку задания, автоматически инициирует на ТС программный процесс-клиент, реализующий транзакцию отправки задания по локальной сети серверу в виде текстового сообщения и приёма от сервера результатов выполнения. При этом процесс, реализующий транзакцию, выдаёт на экран оператора ТС сообщения о ходе её выполнения. Если сервер занят выполнением некоторого ранее принятого задания, то ТС ожидает начала приёма задания сервером.

* 1. Стратегия сервера

Сервер может реализовывать различные варианты стратегий учёта инициируемых ТС транзакций и мест нахождения заданий, ожидающих выполнения сервером. Стратегия сервера данного в задании варианта представлены ниже в таблице 1:

Таблица 1 – Стратегия сервера по обслуживанию транзакции

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариант №** | **Стратегия сервера по обслуживанию транзакции** |
| 1 | 2 |
| *Вариант 5* | Сервер не имеет накопителя заданий, N=0. Подготовленное ТС скрипт-сообщение сохраняется на терминальной станции, а ТС выставляет флаг запроса обслуживания готового скрипт-сообщения. Освободившийся сервер по кругу тестирует ТС на наличие ожидающего обслуживания скрипт-сообщения. Если сервер выявил очередную такую ТС, то он сообщает ей о начале обслуживания, принимает скрипт-сообщение и сразу начинает выполнение задания. Результаты выполнения поступившего на обработку задания в виде |

Продолжение таблицы 1

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |
|  | отправляются соответствующей ТС, и сервер завершает транзакцию её обслуживания. После этого сервер переходит к тестированию наличия запроса на обслуживание от следующей по порядку ТС. |

Время выполнения сервером любого принятого на обработку вычислительного задания, складывается из времён последовательного выполнения сервером команд задания. Время выполнения сервером команды любого задания – , является случайным в диапазоне .

Количество сформированных оператором в задании команд - , является случайным в диапазоне

Среднее значение определяется производительностью сервера – средним количеством команд, которые сервер обрабатывает в единицу времени.

Завершив выполнение очередного задания, сервер отправляет процессу-клиенту соответствующей ТС сообщения с результатами, которые выдаются на экран оператору. Получив результаты выполненного задания и осуществив их анализ, оператор приступает к подготовке следующего задания, после чего цикл подготовки оператором очередного задания и запуск транзакции по его выполнению повторяется.

Время анализа оператором полученного результата выполнения задания укладывается в диапазон .

1. Описание целей моделирования

Целью моделирования МВС является нахождение оптимальной производительности сервера, понимая под производительностью среднее количество команд, выполняемых сервером в единицу времени, обеспечивающей его возможную предельную загрузку выполнением заданий ТС, при условии, что всем операторам ТС обеспечивается работа в режиме on‑line. А именно, вероятность того, что среднее время ожидания оператором любой терминальной станции результата обработки задания не превысит мин не должна быть ниже .

Для построенной модели необходимо найти:

* оптимальную производительность сервера;
* среднее время ожидания оператором -ой ТС результата выполнения задания;
* долю, которую в начатой -ой ТС транзакции составляет непосредственно время обработки сервером задания;
* долю занятости сервера выполнением вычислительных заданий от всего времени МВС (эффективность загрузки сервера);
* производительность оператора -ой ТС – среднее количество результатов, которое оператор получает от сервера в единицу времени.

1. Разработка математической модели

В таблице 2 представлены параметры системы согласно заданию рассматриваемого варианта.

|  |  |
| --- | --- |
| ПАРАМЕТР | ЗНАЧЕНИЕ |
| 1 | 2 |
| Количество ТС, шт. | 3 |
| Среднее количество команд в задании M[kcmd], шт. | 17 |
| Закон распределения F(kcmd) | Эрланга |
| Среднее время формирования командной строки M[τcmd], сек | 28 |
| Закон распределения F(τcmd) | Треугольное |
| Среднее время анализа результата M[τres], сек | 180 |
| Закон распределения F(τres) | Нормальное |
| Среднее время выполнения команды M[τsrv], сек | 2,8 |
| Закон распределения F(τsrv) | Равномерное |
| Вариант стратегии сервера | Стратегия № 5.  Сервер не имеет накопителя заданий. Подготовленное ТС скрипт-сообщение  сохраняется на терминальной станции. Освободившийся сервер продолжает тестировать "готовые" ТС по кругу, начиная с ТС, следующей по порядку за только что обслуженной. |

1. Формализация предмета моделирования

На основе семантической модели можно выделить следующие параметры МВС как системы обслуживания транзакций.

* 1. Параметры потока транзакции

– количество команд в задании – случайное натуральное число, которое находится в диапазоне

– время формирования одной команды – экзогенный случайный параметр, значение которого находится в диапазоне .

– время анализа оператором полученного результата задания – экзогенный случайный параметр в диапазоне .

– время формирования задания - эндогенный случайный параметр, который зависит от количества сформированных в задании команд и от . . Среднее время формирования задания будет равно *M*[] = *M*[].

время ожидания результата оператором ТС - непрерывная случайная величина, зависящая от времени обработки сервером одного задания и времени пребывания транзакции в серверном накопителе.

Тогда интервал времени инициирования транзакций оператором ТС: .

Интенсивность потока транзакций зависит от среднего значения интервала поступления заявок: M[.

Положим независимыми, то есть в режиме работы МВС их математическое ожидание не зависит от времени. Тогда в установившемся режиме работы МВС математическое ожидание эндогенного случайного параметра для некоторой выделенной ТС также не будет зависеть от времени, а следовательно:

M[.

Положим, что среднее значение случайного времени выполнения сервером любой команды любого задания любой ТС одно и то же - 𝑀[], а также среднее время анализа результата оператором – одно и то же:

= .

А вот случайное количество команд, формируемое в задании операторами разных ТС, и, следовательно, среднее время ожидания ответа от сервера в установившемся режиме работы МВС будут различными для операторов разных ТС. Обозначим интенсивность потока транзакций от i-ой ТС как , тогда при условии нулевого количества отказов, она будет равна:

= .

Если положить, что в установившемся режиме работы МВС средние значения всех случайных параметров не зависят от времени то:

= ,

а интенсивность суммарного потока заявок, поступающих серверу со всех ТС будет:

, где N – количество терминальных станций.

Если положить, что все ТС формируют транзакции с одинаковой интенсивностью 𝜆, то выражение примет вид: .

Интенсивность потока транзакциями, поступающих серверу от всех ТС:

.

* 1. Параметры сервера

Внутренним параметром сервера является его вычислительная производительность, характеризующаяся средним количеством команд вычислительного задания, выполняемых сервером в единицу времени 𝜇 . Так как не зависит от того, к какому заданию и к какой ТС команды принадлежат, то:

где случайное время выполнения сервером любого задания, сек.

где – количество сформированных в задании команд, = 1,2,3,…;

– случайный непрерывный интервал времени выполнения сервером команды, сек.

Время выполнения команды от *i*-ой ТС:

=

Среднее время выполнения задания сервером (сек):

*.*

Если положить, что в установившемся режиме работы МВС средние значения всех случайных параметров не зависят от времени то:

*.*

1. Формализация целей моделирования

– эндогенный случайный параметр – среднее время выполнения сервером одного задания.

– внутренний параметр сервера – его производительность, которая характеризует среднее количество команд, выполняемых сервером в единицу времени.

Так как среднее время выполнения сервером одного задания - , не зависит от того, заданию какой ТС команда принадлежит, то:

* 1. Критерии оценки потока транзакции

Для оценки потока транзакций рассмотрим следующие эндогенные параметры:

* время ожидания заданием -ой ТС начала выполнения сервером;
* - время ожидания результата выполнения задания -ой ТС;
* производительность -ой ТС (среднее количество заданий, формируемых в единицу времени);
* – эффективность работы -ой ТС (доля времени занятости подготовкой заданий и анализом результатов их выполнения).
  + 1. Время ожидания результата выполнения задания -ой ТС

общее время нахождения транзакции на сервере, то есть время ожидания начала выполнения сервером и само время выполнения сервером.

Тогда .

* + 1. Производительность -ой ТС

Определим производительность -ой ТС количество сформированных и обработанных заданий в единицу времени. Тогда

, где

количество сформированных -ой ТС заданий.

* + 1. Эффективность работы -ой ТС

Определим эффективность работы -ой ТСкак отношение суммы времени формирования задания и анализа результата оператором к общему времени цикла. Тогда

, где

время формирования задания -ой ТС

время анализа результата -ой ТС

общее время цикла транзакции, созданной -ой ТС,

* 1. Критерии оценки сервера

Для оценки работы сервера рассмотрим следующие эндогенные параметры:

* абсолютная пропускная способность сервера;
* эффективность загрузки сервера.
  + 1. Абсолютная пропускная способность сервера

Определим абсолютную пропускную способность сервера как среднее количество заданий, выполняемых сервером в единицу времени. Тогда,

, где

– общее время обработки сервером заданий,

– количество заданий, обработанных сервером.

– относительная пропускная способность сервера:

.

* + 1. Эффективность загрузки сервера

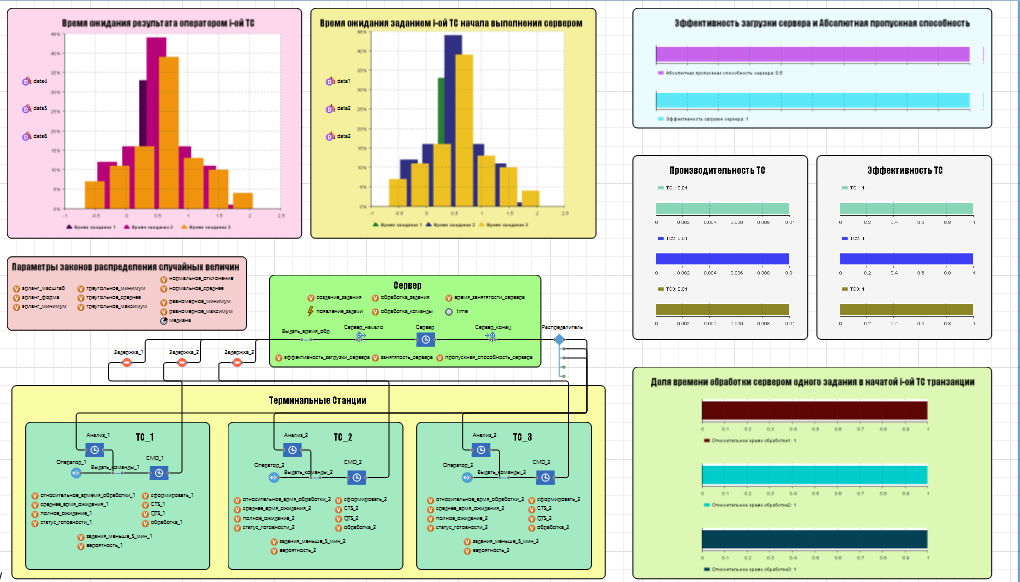
Определим эффективность загрузки сервера как отношение времени работы сервера к общему времени.

.

Математическая модель будет иметь вид:

1. Разработка имитационной модели

Для определения характеристик оперативной обработки сервером вычислительных заданий и нахождения параметров системы, обеспечивающих операторам работу в режиме on-line, была разработана имитационная модель, представленная на рисунке 2, которая имитирует работу локальной вычислительной сети.

  
Рисунок 2 – Имитационная модель МВС

* 1. Описание агента

Для реализации работы модели был создан агент . Хранимые им статистические параметры, представленные на рисунке 3:

* – номер ТС, которая инициализировала данную транзакцию;
* – количество командных строк в задании;
* – время формирования оператором одного задания;
* – время ожидания транзакцией начала обработки сервером;
* – время, затраченное на анализ ответа сервера;
* – время обработки задания сервером;
* – общее время модельного цикла;
* – общее время ожидания оператором результата обработки задания сервером.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 3 – Параметры агента Агент\_ТС

* 1. Описание имитационной модели

Рассмотрим модельный цикл. В блоке типа инициализируется типа агент. При этом каждому агенту в переменную id присваивается номер ТС, для которого он создается, что видно из свойств на рисунке 4 ниже.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 4 – Свойства блока под названием Оператор\_1 типа Source

Затем агент попадает в блок под названием типа , в котором при входе происходит присвоение агенту случайного количества команд по распределению Эрланга, а в цикле по количеству команд по треугольному распределению определяется – общее время набора задания в терминале. Свойства блока приведены на рисунке 5.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, дисплей

Автоматически созданное описание  
Рисунок 5 – Свойства блока под названием Выдать\_команды\_1 типа Plain Transfer

Затем агент попадает в блок типа . В нем происходит задержка агента на время формирования задания, а также подсчёт количества созданных ТС заданий и её производительность, также в этом блоке выставляется статус готовности задания для обработки сервером. Здесь же начинается отсчет времени ожидания начала обработки транзакции и общего времени ожидания оператором результата обработки задания сервером. Свойства блока приведены на рисунке 6.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 6 - Свойства блока под названием CMD\_1 типа Delay

Далее агент проходит через блок типа , который разрешает отправлять задание, сформированное терминальной станцией, на сервер, но только в том случае, если сработало , которое открыло блок и агент смог пройти через него далее. срабатывает только в том случае, если сервер не занят и одна из терминальных станций имеет готовое задание для сервера. При прохождении через блок , блок закрывается. Свойства блока и приведены соответственно на рисунке 7 и рисунке 8.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, Шрифт

Автоматически созданное описание  
Рисунок 6 - Свойства блока под названием Задержка\_1 типа Hold

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, веб-страница

Автоматически созданное описание  
Рисунок 7 - Свойства События под названием появление\_задачи

После прохождения блока типа агент попадает в блок типа . В нем высчитывается время обработки команды сервером по равномерному распределению, в цикле находится общее время обработки команд сервером. Также здесь высчитывается время ожидания задачи с момента ее создания и до обработки сервером. Кроме того, здесь собирается статистика времени ожидания задания -ой ТС начала выполнения сервером. Свойства блока приведены на рисунке 8.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, дисплей

Автоматически созданное описание  
Рисунок 8 – Свойства блока под названием Выдать\_время\_обр типа Plain Transfer

Далее агент последовательно проходит через блок с названием . В нем автоматически замеряется время начала обработки сервером заданий. Свойства блока приведены на рисунке 9.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, веб-страница

Автоматически созданное описание  
Рисунок 9 – Свойства блока под названием Сервер\_начало типа TimeMeasureStart

Далее транзакция попадает в блок типа , реализующий обработку задания сервером с задержкой, равной параметру . Здесь же изменяется параметр занятости сервера. Свойства блока приведены на рисунке 10.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 10 – Свойства блока под названием Сервер типа Delay

После окончания обработки на сервере агент попадает в блок с названием . В нем автоматически замеряется время конца обработки сервером заданий. Свойства блока приведены на рисунке 11.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, веб-страница

Автоматически созданное описание  
Рисунок 11 - Свойства блока под названием Сервер\_конец типа TimeMeasureEnd

После окончания обработки на сервере агент попадает в блок типа , выполняющий функцию маршрутизатора и направляющий агента на ТС в соответствии со значением индекса в блоки Анализ. Также в нем высчитывается эффективность сервера, абсолютная пропускная способность сервера, время занятости сервера и время анализа ответа сервера в соответствии с нормальным распределением. Свойства блока Распределитель приведены на рисунке 12.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, число, программное обеспечение

Автоматически созданное описание  
Рисунок 12 - Свойства блока под названием Распределитель типа Selectoutput5

Затем агент попадает в блок типа , где происходит имитация процесса анализа результатов оператором ТС. В нем происходит задержка на время . А также высчитывается время ожидание результата, общее время прохождения транзакции и эффективность ТС. Также здесь происходит подсчет вероятности того, что среднее время ожидания оператором любой терминальной станции результата обработки задания не превысит мин. Кроме того собирается статистика времени ожидания результата -ой ТС Свойства блока Анализ\_1 приведены на рисунке 13.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, число, Шрифт

Автоматически созданное описание  
Рисунок 13 - Свойства блока под названием Анализ1 типа Delay

После обработки транзакции происходит инициализация новой транзакции и цикл повторяется. Также аналогичные действия происходят в других ТС, а именно в и .

1. Оценка адекватности модели

Проверим адекватность модели, используя детерминированные параметры и только одну терминальную станцию. Пусть операторы создают задания, содержащие команд, на ввод каждой команды в командной строке они тратят секунд, сервер выполняет каждую команду секунды, а на анализ у оператора уходит секунд. Тогда:

* время ввода задания в командной строке равно ;
* время обработки транзакции сервером равно ;
* общее время цикла равно .

Согласно полученным значениям:

* эффективность загрузки сервера равна ;

На рисунке 14 приведена диаграмма эффективности загрузки сервера, полученная с помощью модели. Вычисленное моделью значение равно полученному теоретическому значению.

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 14 – Диаграмма эффективности загрузки сервера

* эффективность ТС равна ;

На рисунке 15 приведена диаграмма эффективности ТС, полученная с помощью модели. Вычисленное моделью значение равно полученному теоретическому значению. Входные параметры для каждой ТС одинаковы, поэтому значения эффективностей ТС совпадают.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 15 – Диаграмма эффективностей загрузки ТС

* абсолютная пропускная способность сервера равна ;

На рисунке 16 приведена диаграмма абсолютной пропускной способности сервера. Вычисленное моделью значение абсолютной пропускной способности равно полученному теоретическому значению.

Изображение выглядит как текст, Шрифт, линия, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 16 – Диаграмма абсолютной пропускной способности сервера

* производительность ТС равна ;

На рисунке 17 приведена диаграмма производительности ТС, полученная с помощью модели. Вычисленное моделью значение равно полученному теоретическому значению. Входные параметры для каждой ТС одинаковы, поэтому значения производительностей ТС совпадают.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание  
Рисунок 17 – Диаграмма производительностей ТС

* время ожидания результата оператором равно .

На рисунке 18 приведена диаграмма времени ожидания результата оператором, полученная с помощью модели. Вычисленное моделью значение равно полученному теоретическому значению.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание  
Рисунок 18 – Диаграмма времени ожидания результата оператором

На основании предоставленных результатов работы программы для детерминированных параметров можем прийти к выводу, что работа модели является адекватной.

1. Статистическая оценка характеристик системы
   1. Пропускная способность сервера

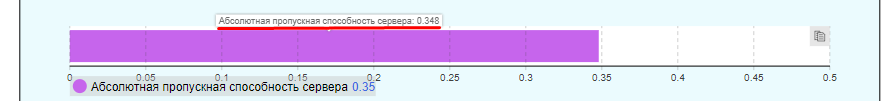
Нахождение пропускной способности сервера, или среднего количества обрабатываемых сервером заданий в единицу времени, происходит по формуле

, где

– количество команд, обработанных сервером,

 – текущее значение модельного времени работы сервера.

На рисунке 19 приведен результат вычисления данной выходной характеристики моделью.

  
Рисунок 19 – Диаграмма абсолютной пропускной способности сервера

Для входных параметров, соответствующих заданию, значение .

* 1. Эффективность работы сервера

Эффективность загрузки сервера вычисляется в блоке Распределитель по формуле: , где

время работы сервера – текущее значение времени работы сервера,

– текущее значение модельного времени.

На рисунке 20 приведен результат вычисления эффективности загрузки сервера.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описание  
Рисунок 20 – Диаграмма эффективности загрузки сервера

Для входных параметров, соответствующих заданию, значение

* 1. Производительность работы -ой ТС

Производительность -ой ТС , , или количество составленных заданий в единицу времени, вычисляется в блоке CMD по формуле:

*,* где

– количество заданий, созданных -ой ТС,

– текущее значение модельного времени.

На рисунке 21 приведены результаты вычисления моделью производительностей ТС.

Рисунок 21 – Диаграммы производительностей ТС

Для входных параметров, соответствующих заданию, значениям производительностей ТС соответствуют:

* CTS\_1;
* CTS\_2;
* CTS\_3.
  1. Эффективность работы i-ой ТС

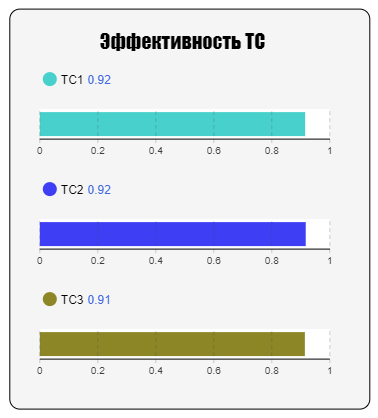
Эффективность работы -ой ТС , , или отношение времен формирования задания и анализа результата оператором -ой ТС к общему времени модельного цикла, вычисляется по формуле: , где

– параметр агента Агент\_ТС, хранящий общее время цикла,

– параметр агента Агент\_ТС, хранящий время набора задания,

– параметр агента Агент\_ТС, хранящий время анализа результатов работы оператором.

На рисунке 22 приведена диаграмма эффективностей ТС.

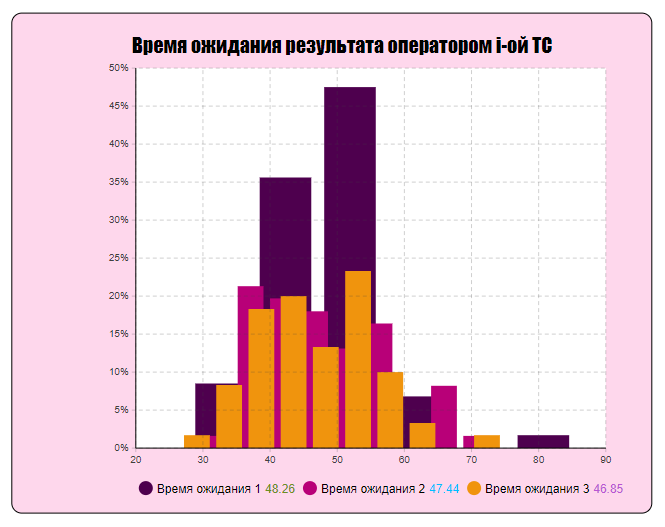
  
Рисунок 22 – Диаграмма эффективностей ТС

Для входных параметров, соответствующих заданию, значениям эффективностей ТС (безразмерная величина) соответствуют:

* ;
* ;
* .
  1. Время ожидания результата выполнения -ой ТС

Время ожидания результата выполнения задания -ой ТС , , вычисляется в Анализе путём вычисления времени входа в Сервер и выхода из него. Таким образом мы получаем время нахождения транзакции на сервере, или время ожидания результата оператором.

Строится диаграммы времён ожидания результатов операторами ТС, представленная на рисунке 23.

  
Рисунок 23 – Гистограмма времени ожидания результата операторами ТС

Для входных параметров, соответствующих заданию, значениям времени ожидания результата операторами ТС соответствуют:

* ;
* ;
* .
  1. Время ожидания заданием -ой ТС начала выполнения

Время ожидания заданием -ой ТС начала выполнения сервером вычисляется на основании параметра агента Агент\_ТС, хранящего время нахождения транзакции в серверном накопителе.

При входе в блок Накопитель параметру агента присваивается текущее время системы с помощью функции:

.

При выходе агента из блока Накопитель параметру агента присваивается значение:

.

Таким образом, параметр на выходе содержит время нахождения транзакции в серверном накопителе. Затем в зависимости от номера ТС, с которого была выпущена транзакция, пополняются данные для диаграмм i-ой ТС, отображающей время ожидания терминальными станциями начала обработки транзакции сервером.

На основании этих данных строились диаграммы, представленные на рисунке 24.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, дисплей, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 22 – Диаграммы времени ожидания ТС начала обслуживания транзакции

Для входных параметров, соответствующих заданию, значениям времени ожидания ТС начала обслуживания транзакции соответствуют:

* ;
* ;
* .

1. Эксперименты с моделью и оптимизация параметров системы

В ходе работы с моделью был создан оптимизационный эксперимент, основной задачей которого является подбор оптимальных параметров производительности сервера, обеспечивающих его максимальную загрузку, а операторам любой ТС работу, при которой вероятность того, что среднее время ожидания оператором любой терминальной станции результата обработки задания не превысит мин не должна быть ниже . В качестве целевой функции, которую будем максимизировать, возьмем эффективность загрузки сервера:

Также были прописаны требования, при которых среднее время ожидания оператором любой терминальной станции результата обработки задания не превысит мин не должна быть ниже .

,

,

.

В качестве параметров оптимизационного эксперимента были выбран параметр распределения времени обработки сервером одной команды.

В ходе эксперимента оптимизируется медиана равномерного распределения, заданная в границах от до , как непрерывный параметр.

Рассмотрим более подробно оптимизационный эксперимент с одним параметрами.

Свойства оптимизационного эксперимента, в частности, вид целевой функции, используемые параметры, модельное время и заданные требования представлены на рисунке 25 и на рисунке 26.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, дисплей

Автоматически созданное описаниеРисунок 25 – Свойства оптимизационного эксперимента, вид целевой функции и используемые параметры

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, число, дисплей

Автоматически созданное описание  
Рисунок 26 – Свойства оптимизационного эксперимента, модельное время и требования к эксперименту

На рисунке 27 приведены результаты работы оптимизационного эксперимента.

-Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, число

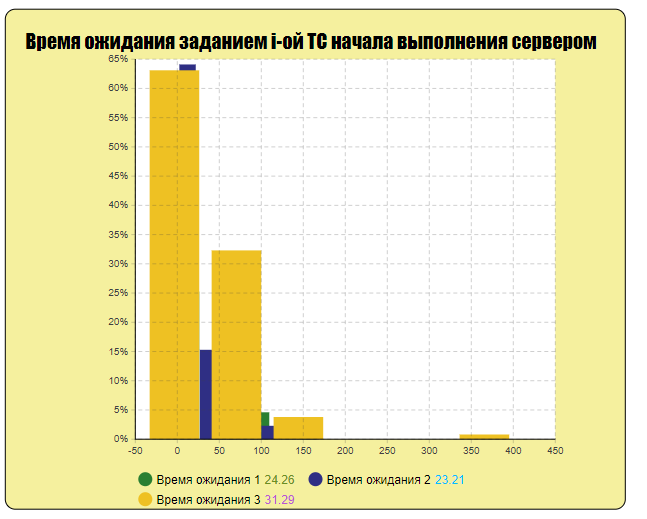
Автоматически созданное описание  
Рисунок 27 – Результат выполнения оптимизационного эксперимента

По результатам работы эксперимента оптимальное значение медианы составляет , тогда время обработки сервером одной команды должно распределяться по закону

На основании полученных оптимальных параметров проведём простой эксперимент. На рисунках 28–32 представлены результаты его работы.

  
Рисунок 28 – Диаграмма времени ожидания результата операторами ТС при оптимальных параметрах

По диаграмме видно, что среднее время ожидания результата операторами ТС составило: , что не превышает 5 минут. А это соответствует требованиям работы в режиме on-line.

  
Рисунок 29 – Диаграмма времени ожидания обслуживания транзакции при оптимальных параметрах

Время ожидания обслуживания транзакции в среднем равняется: .

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 30 – Диаграммы оценочных характеристик сервера при оптимальных параметрах

При оптимальных параметрах обеспечивается высокая загрузка сервера равная , а абсолютная пропускная способность равна .

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, число, программное обеспечение

Автоматически созданное описание  
Рисунок 31 – Диаграммы производительностей ТС при оптимальных параметрах

Производительность ТС при оптимальных параметрах равна .

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, дисплей, число

Автоматически созданное описание  
Рисунок 32 – Диаграммы эффективностей ТС при оптимальных параметрах

Эффективность ТС при оптимальных параметрах в среднем равна или .

1. Итоговые результаты работы

В процессе выполнения курсовой работы был проведен анализ семантической модели многотерминальной вычислительной системы и была разработана математическая модель, которая представляет собой непрерывную событийно-стохастическую модель.

Учитывая, что потоки обслуживания в системе не являются простейшими, невозможно построить математическую модель в виде системы дифференциальных уравнений Колмогорова для определения вероятностей состояний. Поэтому на основе математической модели была создана имитационная модель многотерминальной вычислительной системы в системе моделирования AnyLogic.

С использованием определенных детерминированных параметров, описанных ниже, были рассчитаны выходные характеристики системы:

* количество команд в задании – 17;
* время формирования оператором одной команды – 28 с;
* время обработки сервером одной команды – 2.8 с;
* время анализа результата обработки оператором – 180 с.

В ходе эксперимента значения подтвердились, доказав адекватность модели. В таблице 3 представлены полученные значения.

Таблица 3 – Сравнение теоретических и практических значений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики | Теоретические значение | Значения, полученные в ходе эксперимента |
| 1 | 2 | 3 |
| Эффективность загрузки сервера |  |  |
| Эффективности ТС |  |  |
| Пропускная способность сервера |  |  |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Производительности ТС |  |  |
| Время ожидания результата оператором |  |  |

В ходе работы были проведены оценки выходных характеристик заданной системы.

При заданных параметрах результаты вычисления выходных характеристик следующие:

* абсолютная пропускная способность сервера составила: ;
* эффективность загрузки сервера составила: ;
* производительности ТС в среднем составили: ;
* эффективности работы ТС в среднем составили: ;
* среднее время ожидания операторами ТС результатов выполнения составило: ;
* среднее время ожидания каждой из ТС начала выполнения сервером составило: .

Также были найдены оптимальные параметры обработки заданий в режиме on-line.

При оптимальных параметрах результаты вычисления выходных характеристик следующие:

* среднее время ожидания операторами ТС результатов выполнения составило ;
* среднее время ожидания транзакцией каждой из ТС начала выполнения сервером составило ;
* эффективность загрузки сервера составила ;
* абсолютная пропускная способность сервера составила ;
* производительности ТС в среднем составили ;
* эффективности работы ТС в среднем составили .

1. Список использованных источников
2. Стандарт организации. Комплексная система управления качеством деятельности вуза. СТО СГАУ 02068410-004-2007 [Электронный ресурс] // Самарский университет: [сайт]. Общие требования к учебным текстовым документам. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2011. – 29 с.
3. Порядок выполнения и защиты курсовых работ [Электронный ресурс] // Самарский университет: [сайт]. Метод. указания / сост.: Н.А. Дубровина, А.Г. Лукин, Ю.И. Ряжева. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 34 с.
4. Справочная система AnyLogic [Электронный ресурс]. URL: https://help.anylogic.ru/index.jsp (дата обращения: 15.05.2021).