



**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

А.В. Баландин

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

**Методические указания
по курсовой работе**

Самара

2024

Составитель: А.В. Баландин
УДК 004.942:519.876.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ: Метод. указания по курсовой работе/ Самар. ун-т; Сост. *А.В. Баландин*. Самара, 2024. 21с.

В методических указаниях представлены темы курсовой работы по дисциплине «Моделирование информационных процессов и систем». По каждой теме в качестве предмета моделирования рассматривается учебный макет гипотетической информационной системы, для которой подробно описаны её семантическая модель, сформулированы цели и задачи моделирования. Описаны этапы обобщённого моделирования. Заданы схемы построения математической и имитационной модели предмета моделирования для интерпретации обобщённой модели и оценки исследуемых характеристик гипотетической информационной системы.

Методические указания по каждой теме курсовой работы содержат варианты заданий, порядок их выполнения, подготовки пояснительной записки и защиты результатов курсовой работы учащимися направления 02.03.02–Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Метод. указания подготовлены на кафедре программных систем.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского университета.

Рецензент д.т.н., профессор С.А. Прохоров

© Баландин А.В. 2020

Введение

Курсовая работа по дисциплине "Моделирование информационных процессов и систем" ориентирована на закрепление студентами полученных теоретических знаний и формирования навыков практического применения методов моделирования для анализа и формализации свойств прототипов разрабатываемых информационных систем и получения на моделях априорных оценок их характеристик для принятия проектных решений.

При выполнении курсовой работы учащемуся необходимо изучить семантическую модель заданного учебного макета гипотетической информационной системы, этапы её обобщённого моделирования и математической интерпретации обобщённой модели. В системе моделирования AnyLogic построить и исследовать имитационную модель для оценки характеристик заданной информационной системы и нахождения рациональных параметров системы в соответствии с вариантом задания.

Материалы выполненной курсовой работы в виде пояснительной записки, оформленной в соответствие с принятым стандартом оформления учебных текстовых документов, предоставляются учащимися преподавателю для проверки и допуска к защите [1]. Оценка результатов выполнения и защиты курсовой работы соответствует общим требованиям, предъявляемым к ним в высших учебных заведениях [2]. Продемонстрированные при выполнении курсовой работы знания методов и средств моделирования, а также результаты защиты курсовой работы учитываются при аттестации учащегося по дисциплине в целом.

Объем и содержание курсовой работы

Результаты выполнения курсовой работы оформляются в виде пояснительной записки следующей структуры:

- Титульный лист (Приложение 3).
- Содержание.
- Семантическая модель предмета моделирования.

- Формализация целей моделирования.
- Разработка математической модели.
- Разработка имитационной модели.
- Оценка адекватности модели.
- Статистическая оценка характеристик системы.
- Эксперименты с моделью и оптимизация параметров системы.
- Итоговые результаты и выводы.
- Список использованных источников.
- Приложения.

Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к учебным текстовым документам в Самарском университете []. Объём записки составляет 20-25 страниц не считая приложений. В приложения целесообразно выносить

ТЕМА. МОДЕЛИРОВАНИЕ
МНОГОТЕРМИНАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ПРЕДМЕТ И ЦЕЛИ МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	7
1.1.	Семантическая модель предмета моделирования	7
1.1.	Описание МВС	7
1.1.1.1.	Функционирование терминальной станции.....	8
1.1.1.2.	Функционирование МВС	10
1.2.	Цели моделирования.....	11
2.	ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТА МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	13
2.1.	Анализ параметров и отношений между ними	13
2.1.1	Анализ параметров и отношений терминальных станций	13
2.1.2	Анализ параметров и отношений сервера	13
2.1.3	Анализ выходных характеристики МВС.....	13
2.2.	Формализация целей моделирования	14
2.3.	Оптимизация производительности сервера	14
3.	ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	14
3.1.	Построение имитационной модели МВС.....	14
3.2.	Оценка адекватности имитационной модели МВС.....	14
3.3.	Статистическая оценка характеристик МВС	14
4.	СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	15
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Пример идентификации параметров и отношений в модели МВС.....	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Варианты заданий	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Титульный лист	21

1. ПРЕДМЕТ И ЦЕЛИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

1.1. Семантическая модель предмета моделирования

1.1.1. Описание МВС

Предметом моделирования является многотерминальная вычислительная система на базе локальной вычислительной сети (Рисунок 1). Многотерминальная вычислительная система (МВС) состоит из *серверного узла*¹ – центрального компьютера локальной сети, и подключённых к локальной сети K терминальных станций – *клиентских узлов*, работающая под управлением сетевой операционной системы, обеспечивающей взаимодействие посредством обмена сообщениями между терминальными станциями и сервером. Терминальные станции (ТС) используются операторами в качестве рабочих мест для подготовки *вычислительных заданий*, отправляемых серверу в виде *сообщений*, для выполнения и получения результатов их выполнения сервером.

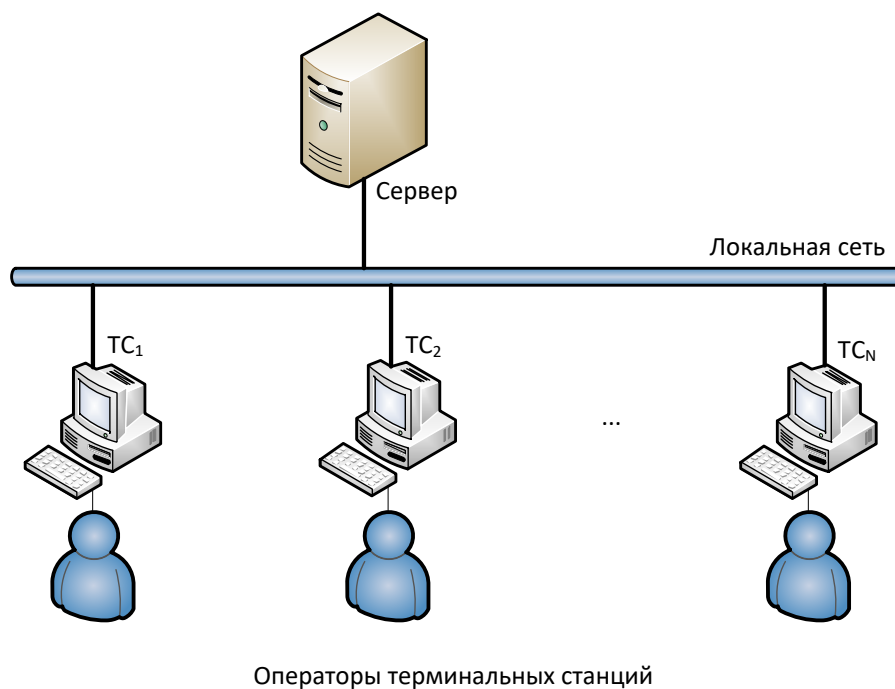


Рисунок 1 Многотерминальная вычислительная сеть

¹ **Узел сети (Node)** — компьютер с сетевым интерфейсом, выступающий в роли рабочей станции, сервера или в обеих ролях, или другое разделяемое устройство с сетевым интерфейсом.

1.1.1.1. *Функционирование терминальной станции*

Подготовленное оператором ТС вычислительное задание отправляется серверу для выполнения, после чего оператор ожидает получение результатов. Результаты выполненного вычислительного задания сервер отправляет на ТС оператора в виде сообщения.

После получения результатов оператор их анализирует, после чего подготавливает и отправляет серверу очередное задание. Далее всё повторяется. Качество работы МВС оценивается по длительности времени ожидания оператором получения от сервера результатов выполнения задания.

Оператор в режиме текстового редактора терминальной станции формирует вычислительное задание в виде *скрипта*² - последовательности *командных строк*, предназначенных для их последовательного выполнения сервером. Окончив подготовку задания, оператор завершает работу терминальной станции в режиме текстового редактора и переходит в режим ожидания результатов его выполнения. Терминальная станция начинает *транзакцию*³, реализующую со стороны клиентского узла ТС следующие действия:

- ТС инициирует отправку задания серверу в виде скрипт-сообщения;
- если сервер не может принять скрипт-сообщение из-за отсутствия места в приёмном накопителе заданий, то отправленное ТС сообщение теряется и через определённый таймаут ТС вынуждена повторно инициировать отправку скрипт-сообщения серверу, действуя так пока сообщение не будет принято сервером;
- если сервер принимает скрипт-сообщение на обслуживание, то ТС переходит в состояние ожидания от сервера сообщения с результатами выполнения скрипта;

² **Скрипт** — это набор команд (строк кода), последовательное выполнение которых сервером решает конкретную задачу клиента. Скрипт создаётся и хранится в текстовом файле, поэтому его содержимое можно просмотреть или изменить с помощью любого текстового редактора.

³ **Транзакция** – это последовательность операций, согласовано выполняемых клиентом и сервером, которые выполняются как *единое целое* ("как единая операция"). В случае сбоя при выполнении любой из операций, выполнение транзакции завершается сообщением об ошибке, и клиент с сервером возвращаются к состоянию до начала выполнения транзакции — это называется *откатом транзакции*.

- ТС принимает отправленное сервером сообщение с результатами выполнения задания;
- ТС выдаёт результаты на экран оператора и завершает текущую транзакцию;
- ТС переходит в режим текстового редактора для подготовки оператором нового задания.

Время - τ_{cmd} , которое оператор тратит на формирование в задании одной команды, является случайным для всех команд задания, и описывается одним законом распределения с заданным средним значением и дисперсией, и не зависит от какой ТС задание поступило.

Количество сформированных оператором в задании команд - k_{cmd} , является случайным значение с заданным средним значением и законом распределения вероятностей, одинаковых для всех операторов не зависимо от ТС. В результате значение времени формирования оператором задания $\tau_{task}(k_{cmd}, \tau_{cmd})$ – это эндогенный случайный параметр, который зависит от количества k_{cmd} сформированных в задании команд, $k_{cmd}=1,2,3,\dots$ – случайное целое число, и от τ_{cmd} – случайный непрерывный интервал времени в секундах формирования оператором одной командной строки, $\tau_{cmd} \in [\tau_{cmd}^{min}, \tau_{cmd}^{max}]$.

Получив результаты выполненного задания оператор осуществляет их анализ. Время τ_{res} , которое оператор тратит на анализ полученного результата, является случайным, для операторов всех ТС описывается одним законом распределения с заданным средним значением и дисперсией, не зависимо от ТС, и укладывается в диапазон $[\tau_{res}^{min}, \tau_{res}^{max}]$.

По завершении анализа полученного от сервера результата, оператор сразу готовит новое задание, отправляет его серверу и цикл повторяется.

1.1.1.2. Функционирование МВС

МВС может реализовывать различные варианты стратегий приёма и обслуживания сервером скрипт-сообщений, поступающих от ТС. Варианты стратегий представлены ниже в таблице:

Вариант №	Стратегия сервера по обслуживанию транзакций
Вариант 1	Сервер имеет накопитель на N заданий, $N=K$. Отправленное ТС скрипт-сообщение с заданием всегда принимается сервером на обслуживание. Принятое задание либо сразу поступает на выполнение, либо, если сервер занят обработкой, то вновь пришедшее задание принимается в накопитель и ставится в очередь заданий <i>в порядке поступления</i> . Результаты выполнения поступившего на обработку задания в виде сообщения отправляются соответствующей ТС, и сервер завершает транзакцию её обслуживания.
Вариант 2	Сервер имеет накопитель на N заданий, $N=K$. Отправленное ТС скрипт-сообщение с заданием всегда принимается сервером на обслуживание. Принятое задание либо сразу поступает на выполнение, либо, если сервер занят обработкой, то вновь пришедшее задание принимается в накопитель и ставится в очередь заданий <i>в порядке возрастания количества команд в задании</i> . Результаты выполнения поступившего на обработку задания в виде сообщения отправляются соответствующей ТС, и сервер завершает транзакцию её обслуживания.
Вариант 3	Сервер имеет накопитель на N заданий, $N=K$. Отправленное ТС скрипт-сообщение с заданием всегда принимается сервером на обслуживание. Принятое задание либо сразу поступает на выполнение, либо, если сервер занят обработкой, то вновь пришедшее задание принимается в накопитель и ставится в очередь заданий <i>в порядке убывания количества команд в задании</i> . Результаты выполнения поступившего на обработку задания в виде сообщения отправляются соответствующей ТС, и сервер завершает транзакцию её обслуживания.
Вариант 4	Сервер имеет накопитель на $N < K$ заданий. Если накопитель не полон, то отправленное ТС скрипт-сообщение принимается сервером на обслуживание. Принятое задание либо сразу поступает на выполнение, либо, если сервер занят обработкой, то вновь пришедшее задание принимается в накопитель и ставится в очередь заданий в порядке поступления. Если накопитель полон, то скрипт-сообщение теряется. ТС выдерживает паузу (таймаут) ожидания от сервера подтверждения начала транзакции обслуживания заявки, после чего вновь инициирует посылку серверу скрипт-сообщения. ТС продолжает так действовать до тех пор, пока не получит подтверждение, что задание поставлено в очередь на обслуживание. Результаты выполнения поступившего на обработку задания в виде сообщения отправляются соответствующей ТС, и сервер завершает транзакцию её обслуживания.
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 <i>по кругу</i> 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 сообщения 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 им команд задания. Время τ_{srv} - выполнения сервером любой команды задания, является случайным в диапазоне $[\tau_{cmd}^{min}, \tau_{cmd}^{max}]$. Среднее время выполнения сервером команды зависит от вычислительной производительности сервера. Для всех команд задания, не зависимо от какой ТС задание поступило, время τ_{srv} описывается одним заданным законом распределения, у которого среднее значение τ_{srv} и дисперсия определяются производительностью сервера - средним количеством команд, которые сервер обрабатывает в единицу времени (искомая оптимизируемая величина).

1.2. Цели моделирования

Вычислительная производительность сервера является его внутренним параметром, значение которого определяется как среднее количество команд, выполняемых сервером в единицу времени – μ , не зависимо от того, какому заданию команды принадлежат и от какой ТС задание поступило. Среднее время выполнения команды τ_{srv} так же не зависит от того, какому заданию и какой ТС команды принадлежат, следовательно:

$$\mu = \frac{1}{M[\tau_{srv}]}$$

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 5 мин не должна быть ниже 0.9*.

Необходимо построить модель МВС как системы обслуживания вычислительных заданий и найти:

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

2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ МВС

В процессе выполнения курсовой работы на основании анализа семантической модели необходимо построить и отразить в пояснительной записке формальную модель МВС.

2.1. Анализ параметров и отношений между ними

Для формализации предмета моделирования необходимо выполнить все этапы обобщённой схемы моделирования, связанные со спецификацией параметров предмета моделирования и установлением между ними отношений, вытекающих из анализа семантической модели.

На основании представленной семантической модели МВС, как системы обслуживания сервером заданий, поступающих ему на выполнение, необходимо, используя обобщённую схему моделирования, в соответствии вариантом задания выделить и специфицировать множество параметров МВС, разделив их на экзогенные, эндогенные и экстернальные (выходные характеристики) и формализовать отношения между ними. Полученные результаты отразить в следующих разделах пояснительной записки.

2.1.1 Анализ параметров и отношений терминальных станций

2.1.2 Анализ параметров и отношений сервера

2.1.3 Анализ выходных характеристики МВС

Пример оформления итоговых результатов анализа параметров и отношений модели МВС представлен в Приложении 1. Пример иллюстрирует возможный, но не обязательный в конкретной пояснительной записке, стиль идентификации параметров и отношений при формализации предмета моделирования. Не все параметры и отношения, которые представлены в примере, могут быть необходимы при выполнении конкретного задания.

2.2. Формализация целей моделирования

В пояснительной записке необходимо описать цели моделирования и формально выразить их зависимость от параметров системы.

2.3. Оптимизация производительности сервера

В пояснительной записке необходимо сформулировать и описать математическую модель определения оптимальной производительности сервера МВС, при которой обеспечивается режим on-line работы операторов терминальных станций.

3. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МВС

3.1. Построение имитационной модели МВС

В пояснительной записке необходимо описать построение в AnyLogic процессной модели МВС,.

3.2. Оценка адекватности имитационной модели МВС

В пояснительной записке необходимо описать и применить его на практике способ оценки адекватности и точности результатов построенной процессной модели МВС.

3.3. Статистическая оценка характеристик МВС

В пояснительной записке необходимо описать способ получения в имитационной модели статистических оценок характеристик МВС.

4. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. 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.

2. [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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Пример идентификации параметров и отношений в модели МВС

Наименование параметра	Обозначение	Зависимость
Параметры терминальных станций		
Количество ТС	N	Экзогенный детерминированный, $N = 1, 2, 3, \dots$
Количество команд в задании	k_{cmd}	Экзогенный, случайный, целый $k_{cmd} \in [k_{cmd}^{min}, k_{cmd}^{max}]$
Среднее количество команд в задании	$M[k_{cmd}]$	
Время формирования оператором одной командной строки	τ_{cmd}	Экзогенный, случайный: $\tau_{cmd} \in [\tau_{cmd}^{min}, \tau_{cmd}^{max}]$
Среднее время формирования оператором одной командной строки	$M[\tau_{cmd}]$	Экзогенный, вещественный
Таймаут повторной инициации терминальной станцией транзакции, отклонённой сервером	τ_{out}^{tr}	Экзогенный, детерминированный
Время анализа оператором ТС полученного результата	τ_{res}	Экзогенный, случайный, вещественный: $\tau_{res} \in [\tau_{res}^{min}, \tau_{res}^{max}]$
Среднее время формирования задания оператором ТС	$M[\tau_{task}]$	Экзогенный, вещественный $M[\tau_{task}] = M[k \cdot \tau_{cmd}]$
Время ожидания результата оператором ТС	τ_{wait}	Эндогенный, случайный, вещественный: $\tau_{wait}(\text{МВС})$
Интервал времени инициирования транзакций оператором i -ой ТС	$\tau_i^{\text{оп}}$	Эндогенный, случайный, вещественный: $\tau_i^{\text{оп}}(\tau_{task}, \tau_{wait}, \tau_{res})$
Интервал между инициациями транзакций i -ой ТС	$\tau_i^{\text{ТС}}$	$\tau_i^{\text{ТС}} = \tau_i^{\text{оп}}(\tau_i^{\text{оп}}, r \cdot \tau_{out}^{tr})$
Интенсивность инициации транзакций оператором i -ой ТС	$\lambda_i = \frac{1}{M[\tau_i^{\text{оп}}]}$	$\frac{1}{M[k_{cmd}^i \cdot \tau_{cmd} + \tau_{wait}^i + \tau_{res}]}$
Интенсивность инициации транзакций всеми ТС	Λ	$\sum_{i=1}^N \lambda_i$
Параметры сервера		
Среднее время выполнения сервером одной команды	$M[\tau_{srv}]$	Экзогенный, вещественный
Среднее количество команд задания, выполняемых сервером в единицу времени	μ	Экзогенный, вещественный $\mu = \frac{1}{M[\tau_{srv}]}$
Характеристики МВС		
Многотерминальная вычислительная система	МВС	Один сервер, N терминальных станций.
Среднее время ожидания оператором i -ой ТС результата выполнения задания	W_i^{rez}	$W_i^{rez} = \tau_{wait}(\text{МВС})$
Среднее время ожидания i -ой ТС начала выполнения сервером инициированной транзакции	W_i^{trans}	$W_i^{trans} = W_i^{trans}(\text{МВС})$
Среднее время ожидания i -ой ТС начала выполнения задания сервером	W_i^{task}	$W_i^{task}(\text{МВС})$
Производительность i -ой ТС	$C_i^{\text{ТС}}$	$C_i^{\text{ТС}}(\text{МВС})$
Пропускная способность сервера по обслуживанию вычислительных заданий.	$C_{\text{сервер}}$	$C_{\text{сервер}}(\mu)$

Эффективность работы сервера	$Q_{\text{сервер}}$	$Q_{\text{сервер}}(N, \mu)$
Эффективность работы оператора i -ой ТС	$Q_i^{\text{ТС}}$	$Q_i^{\text{ТС}}(N, \mu)$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Варианты заданий

Во всех вариантах заданий параметры всех терминальных станций МВС идентичны. Не указанные в таблице параметры заданных законов распределения вероятностей выбрать самостоятельно с учётом заданного в варианте математического ожидания и отклонения от среднего в пределах $10\% \div 15\%$.

Варианты заданий	Количество ТС (шт)	Среднее количество команд в задании - $M[k_{cmd}]$ (шт)	Закон распределения $F(k_{cmd})$	Среднее время формирования командной строки - $M[\tau_{cmd}]$ (сек)	Закон распределения $F(\tau_{cmd})$	Таймаут - τ_{out}^{tr} (сек)	Среднее время анализа результата $M[\tau_{res}]$ (сек)	Закон распределения $F(\tau_{res})$	Среднее время выполнения команды сервером $M[\tau_{srv}]$ (сек)	Закон распределения $F(\tau_{srv})$	Вариант стратегии
Вариант 1.	5	9	Равномерное	45	Эрланга	-	300	Треугольное	4,5	Экспоненциальное	Вариант 1
Вариант 2.	4	11	Нормальное	40	Экспоненциальное	-	200	Треугольное	4,0	Эрланга	Вариант 2
Вариант 3.	5	13	Треугольное	30	Равномерное	-	250	Нормальное	3,0	Эрланга	Вариант 3
Вариант 4.	3	15	Экспоненциальное	35	Нормальное	35	420	Эрланга	3,5	Равномерное	Вариант 4
Вариант 5.	3	17	Эрланга	28	Треугольное	-	180	Нормальное	2,8	Равномерное	Вариант 5
Вариант 6.	4	7	Равномерное	36	Эрланга	-	300	Треугольное	3,6	Нормальное	Вариант 1
Вариант 7.	5	6	Нормальное	43	Экспоненциальное	-	250	Равномерное	4,3	Треугольное	Вариант 2
Вариант 8.	5	8	Треугольное	50	Нормальное	-	222	Эрланга	5,0	Равномерное	Вариант 3
Вариант 9.	3	10	Экспоненциальное	48	Треугольное	48	210	Равномерное	4,8	Нормальное	Вариант 4
Вариант 10.	3	12	Эрланга	53	Равномерное	-	320	Экспоненциальное	5,3	Треугольное	Вариант 5
Вариант 11.	4	9	Равномерное	45	Эрланга	-	300	Треугольное	4,5	Экспоненциальное	Вариант 1
Вариант 12.	5	11	Нормальное	40	Экспоненциальное	-	200	Треугольное	4,0	Эрланга	Вариант 2
Вариант 13.	4	13	Треугольное	30	Равномерное	-	250	Нормальное	3,0	Эрланга	Вариант 3
Вариант 14.	3	15	Экспоненциальное	35	Нормальное	28	420	Эрланга	3,5	Равномерное	Вариант 4
Вариант 15.	3	17	Эрланга	28	Треугольное	-	180	Нормальное	2,8	Равномерное	Вариант 5
Вариант 16.	5	7	Равномерное	36	Эрланга	-	300	Треугольное	3,6	Нормальное	Вариант 1
Вариант 17.	4	6	Нормальное	43	Экспоненциальное	-	250	Равномерное	4,3	Треугольное	Вариант 2
Вариант 18.	4	8	Треугольное	50	Нормальное	-	222	Эрланга	5,0	Равномерное	Вариант 3
Вариант 19.	3	10	Экспоненциальное	48	Треугольное	50	210	Равномерное	4,8	Нормальное	Вариант 4
Вариант 20.	3	12	Эрланга	53	Равномерное	-	320	Экспоненциальное	5,3	Треугольное	Вариант 5
Вариант 21.	5	9	Равномерное	45	Эрланга	-	300	Треугольное	4,5	Экспоненциальное	Вариант 1
Вариант 22.	5	11	Нормальное	40	Экспоненциальное	-	200	Треугольное	4,0	Эрланга	Вариант 2
Вариант 23.	4	13	Треугольное	30	Равномерное	-	250	Нормальное	3,0	Эрланга	Вариант 3
Вариант 24.	3	15	Экспоненциальное	35	Нормальное	53	420	Эрланга	3,5	Равномерное	Вариант 4
Вариант 25.	3	17	Эрланга	28	Треугольное	-	180	Нормальное	2,8	Равномерное	Вариант 5
Вариант 26.	4	7	Равномерное	36	Эрланга	-	300	Треугольное	3,6	Нормальное	Вариант 1
Вариант 27.	5	6	Нормальное	43	Экспоненциальное	-	250	Равномерное	4,3	Треугольное	Вариант 2
Вариант 28.	4	8	Треугольное	50	Нормальное	-	222	Эрланга	5,0	Равномерное	Вариант 3
Вариант 29.	3	10	Экспоненциальное	48	Треугольное	58	210	Равномерное	4,8	Нормальное	Вариант 4

[illegible]

Вариант 80.	3	12	Эрланга	53	Равномерное	-	320	Экспоненциальное	5,3	Треугольное	Вариант 5
Вариант 81.	3	12	Эрланга	53	Равномерное	-	320	Экспоненциальное	5,3	Треугольное	Вариант 5
Вариант 82.	3	12	Эрланга	53	Равномерное	-	320	Экспоненциальное	5,3	Треугольное	Вариант 5
Вариант 83.	3	12	Эрланга	53	Равномерное	-	320	Экспоненциальное	5,3	Треугольное	Вариант 5
Вариант 84.	3	12	Эрланга	53	Равномерное	-	320	Экспоненциальное	5,3	Треугольное	Вариант 5
Вариант 85.	3	12	Эрланга	53	Равномерное	-	320	Экспоненциальное	5,3	Треугольное	Вариант 5
Вариант 86.	5	13	Треугольное	30	Равномерное	-	250	Нормальное	3,0	Эрланга	Вариант 3
Вариант 87.	4	13	Треугольное	30	Равномерное	-	250	Нормальное	3,0	Эрланга	Вариант 3
Вариант 88.	4	13	Треугольное	30	Равномерное	-	250	Нормальное	3,0	Эрланга	Вариант 3
Вариант 89.	5	13	Треугольное	30	Равномерное	-	250	Нормальное	3,0	Эрланга	Вариант 3
Вариант 90.	5	13	Треугольное	30	Равномерное	-	250	Нормальное	3,0	Эрланга	Вариант 3
Вариант 91.	3	15	Экспоненциальное	35	Нормальное	35	420	Эрланга	3,5	Равномерное	Вариант 4
Вариант 92.	3	15	Экспоненциальное	35	Нормальное	28	420	Эрланга	3,5	Равномерное	Вариант 4
Вариант 93.	3	15	Экспоненциальное	35	Нормальное	53	420	Эрланга	3,5	Равномерное	Вариант 4
Вариант 94.	3	15	Экспоненциальное	35	Нормальное	19	420	Эрланга	3,5	Равномерное	Вариант 4
Вариант 95.	3	15	Экспоненциальное	35	Нормальное	37	420	Эрланга	3,5	Равномерное	Вариант 4
Вариант 96.	3	17	Эрланга	28	Треугольное	-	180	Нормальное	2,8	Равномерное	Вариант 5
Вариант 97.	3	17	Эрланга	28	Треугольное	-	180	Нормальное	2,8	Равномерное	Вариант 5
Вариант 98.	3	17	Эрланга	28	Треугольное	-	180	Нормальное	2,8	Равномерное	Вариант 5
Вариант 99.	3	17	Эрланга	28	Треугольное	-	180	Нормальное	2,8	Равномерное	Вариант 5
Вариант 100.	3	17	Эрланга	28	Треугольное	-	180	Нормальное	2,8	Равномерное	Вариант 5

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Титульный лист



**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 ____

Студент _____ **Фамилия И.О.**

Руководитель _____ **Фамилия И.О.**

Самара 2024