

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №41

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

проф., д.п.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

 А.Г. Степанов

(подпись)

«15» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Имитационное моделирование»

(Название дисциплины)

Код направления	09.03.03
Наименование направления/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Прикладная информатика в информационной сфере
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил

доцент, к.т.н.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Е.А. Бакин

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«13» мая 2019 г, протокол № 08/2019

Заведующий кафедрой № 41

д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание

«13» мая 2019 г

подпись, дата



Г.А. Коржавин

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 09.03.03(01)

проф., д.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

В.С. Павлов

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 4 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

А.А. Ключарев

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Имитационное моделирование» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» направленность «Прикладная информатика в информационной сфере». Дисциплина реализуется кафедрой №41.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-3 «способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с приобретением основных знаний в области имитационного моделирования, а также навыков реализации алгоритмов моделирования на ЭВМ.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультация.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Имитационное моделирование является в настоящее время важной частью процесса проектирования сложных технических систем. Кроме того, оно широко используется при изучении сложных природных и общественных явлений. При имитационном моделировании не решается математическая задача с целью нахождения функциональных зависимостей, а имитируются условия работы, отдельные действия и события, сопровождающие функционирование моделируемого объекта.

Целью данной дисциплины является изучение одного класса имитационных моделей – модели систем массового обслуживания. Данные модели описывают большое количество социальных, экономических и технических систем.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-3 «способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности»:

знать – современный инструментарий построения имитационных моделей;
 уметь – реализовывать алгоритмы имитационного моделирования;
 владеть навыками – выбора эффективных механизмов реализации моделей;
 иметь опыт деятельности – в реализации законченных проектов в области имитационного моделирования с использованием информационно-коммуникационных технологий.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Статистическая обработка информации.
- Построение и анализ графовых моделей.
- Моделирование.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Моделирование систем распределения ресурсов.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№9

1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	4/ 144	4/ 144
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	24	24
лекции (Л), (час)	8	8
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	8	8
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	9	9
<i>Самостоятельная работа</i> , всего	111	111
Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен, дифференцированный зачет (Зачет. Экз. Дифф. зач)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 9					
Раздел 1. Введение в модели систем массового обслуживания	2	2	2		23
Раздел 2. Моделирование по событиям	1	1	1		22
Раздел 3. Генерация случайных величин с заданным законом распределения	2	2	2		22
Раздел 4. Оптимизация сетей массового обслуживания	2	2	2		22
Раздел 5. Дополнительные разделы имитационного моделирования СМО	1	1	1		22
Итого в семестре:	8	8	8		111
Итого:	8	8	8		111

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Введение в модели систем массового обслуживания 1.1 Модель системы массового обслуживания (СМО) 1.2 Составные части СМО 1.3 Классификация СМО 1.4 Известные замкнутые выражения из теории массового обслуживания
2	Раздел 2. Моделирование по событиям 2.1 Базовый принцип моделирования по событиям 2.2 Эффективная организация программных модулей при реализации моделирования по событиям 2.3 Пример имитационного моделирования по событиям однолинейной СМО.
3	Раздел 3. Генерация случайных величин с заданным законом распределения 3.1 Метод обратного преобразования. 3.2 Метод генерации нормальных случайных величин, основанный на центральной предельной теореме. 3.3 Преобразование Бокса-Мюллера. 3.4 Метод суперпозиции.
4	Раздел 4. Оптимизация сетей массового обслуживания 4.1 Оптимизация тандемных сетей. 4.2 Оптимизация параллельных СМО.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9				
1	Выбор параметров схемы Монте-Карло.	Решение проблемно-ориентированных задач.	2	1
2	Анализ характеристик однолинейной СМО.	Решение проблемно-ориентированных задач.	2	2
3	Анализ характеристик СМО с конечным буфером.	Решение проблемно-ориентированных задач.	2	3
4	Построение правила генерации случайной величины с заданным законом распределения.	Решение проблемно-ориентированных задач.	1	4
5	Расчет теоретической гистограммы заданного распределения.	Решение проблемно-ориентированных задач.	1	5
Всего:			8	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9			
1	Вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло	1	1
2	Датчики случайных чисел. Построение гистограмм	2	2
3	Моделирование входного потока запросов	1	3
4	Моделирование элементарной СМО с бесконечным буфером	2	4
5	Моделирование элементарной СМО с конечным буфером	2	5
Всего:		8	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	111	111
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	82	82
расчетно-графические задания (РГЗ)	24	24
Подготовка к текущему контролю (ТК)	5	5

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
519.6(75) - Н73	Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов: Учебное пособие. - М. и др.: Питер, 2006 – 363 с.	100
519.8 (075) – М34	Математические методы и модели исследования операций: учебник / Под ред. В.А.Колемаева. - М.: ЮНИТИ, 2008. - 591 с	30

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
519.7 - К89	Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера. - СПб.: Лань, 2005. - 395 с.	10
004.423.42 – Т24	Таха Х. Введение в исследование операций (Operations research: an introduction). - М. и др.: Вильямс, 2006. - 901 с.	10
004.4'416 – В29	Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: Учебное пособие. - М.: Высш. шк., 2001. - 208 с.	11

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
http://www.exponenta.ru/	Образовательный математический сайт Exponenta.ru
http://kufas.ru/	Основы программирования
http://www.mathworks.com/help/matlab/	Справка MATLAB

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	GNU Octave
2	Matlab 2012b

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Задачи;

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
	ОПК-3 «способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности»

1	Математика. Математический анализ
1	Информатика
1	Физика
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
2	Математическая логика и теория алгоритмов
2	Математика. Математический анализ
2	Физика
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Элементная база вычислительных систем и сетей
4	Основы аудиовизуальной техники
5	Теория автоматов и формальных языков
7	Вычислительные системы, сети и телекоммуникации
7	Статистическая обработка информации
7	Теория принятия решений
7	Моделирование
8	Методы анализа систем массового обслуживания
8	Информатизация и анализ информационных ресурсов общества
8	Исследование операций
8	Протоколы сетей передачи данных
9	Имитационное моделирование
9	Нечеткие системы и нейронные сети
9	Построение и анализ графовых моделей
9	Методы обработки аудио и видео данных
9	Цифровая обработка аудио и видео информации

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.

$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Имитационное моделирование. Области применения. 2. Объекты социальной сферы как системы массового обслуживания. 3. Оценка необходимого объема моделирования: метод доверительных интервалов. 4. Оценка необходимого объема моделирования: метод удвоения. 5. Оценка необходимого объема моделирования: анализ циклов регенерации. 6. Нелинейное преобразование случайной величины. Примеры. 7. Генерация случайных величин: метод обратного преобразования. Примеры применения. 8. Генерация случайных величин: метод суперпозиции. Примеры применения. 9. Формирование чисел с нормальным законом распределения: метод, основанный на ЦПТ. 10. Формирование чисел с нормальным законом распределения: преобразование Бокса-Мюллера. 11. Датчики псевдослучайных равномерно распределенных величин. 12. Оценка плотности вероятности случайной величины методом гистограмм.

13.	Классификация входных потоков заявок. Примеры.
14.	Характеристики входных потоков заявок.
15.	Бернуллиевский поток заявок. Примеры.
16.	Пуассоновский поток заявок. Примеры.
17.	Эрланговский поток заявок. Примеры.
18.	Алгоритмы моделирования входного потока заявок.
19.	Теорема Литтла.
20.	Элементарная система массового обслуживания.
21.	СМО с бесконечным буфером. Формула Поллачека-Хинчина.
22.	СМО с конечным буфером. Формула Поллачека-Хинчина. Вероятности отказа в обслуживании.

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1.	Дана функция $f(x) = 4x$. Найдите средний квадрат ошибки оценки определенного

интеграла $\int_0^1 f(x) dx$ методом Монте-Карло при 100 экспериментах.

2. Дана функция $f(x) = 4x$. Найдите число экспериментов, необходимое и достаточное для того, чтобы средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^2 f(x) dx$ методом Монте-Карло составлял не больше 0.1.
3. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 2 & \text{при } x > 1 \\ 1 & \text{при } x \leq 1 \end{cases}$. Найдите средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^2 f(x) dx$ методом Монте-Карло при 1000 экспериментах.
4. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 2 & \text{при } x > 1 \\ 1 & \text{при } x \leq 1 \end{cases}$. Найдите число экспериментов, необходимое и достаточное для того, чтобы средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^2 f(x) dx$ методом Монте-Карло составлял не больше 0.01.
5. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 2-x & \text{при } x > 1 \\ x & \text{при } x \leq 1 \end{cases}$. Найдите средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^2 f(x) dx$ методом Монте-Карло при 400 экспериментах.
6. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 2-x & \text{при } x > 1 \\ x & \text{при } x \leq 1 \end{cases}$. Найдите число экспериментов, необходимое и достаточное для того, чтобы средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_{-1}^3 f(x) dx$ методом Монте-Карло составлял не больше 0.05.
7. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } x \leq 1 \\ 2 & \text{при } 1 < x < 2 \\ 3 & \text{при } 2 \leq x \end{cases}$. Найдите средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^6 f(x) dx$ методом Монте-Карло при 10 экспериментах.
8. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } x \leq 1 \\ 2 & \text{при } 1 < x < 3 \\ 3 & \text{при } 3 \leq x \end{cases}$. Найдите число экспериментов, необходимое и достаточное для того, чтобы средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_{-2}^6 f(x) dx$ методом Монте-Карло составлял не больше 0.2.

9. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 2x & \text{при } x \leq 1 \\ 4 - 2x & \text{при } 1 < x < 2 \\ 2x - 4 & \text{при } 2 \leq x \end{cases}$. Найдите средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^3 f(x) dx$ методом Монте-Карло при 50 экспериментах.
10. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 2x & \text{при } x \leq 1 \\ 4 - 2x & \text{при } 1 < x < 2 \\ 2x - 4 & \text{при } 2 \leq x \end{cases}$. Найдите число экспериментов, необходимое и достаточное для того, чтобы средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^3 f(x) dx$ методом Монте-Карло составлял не больше 0.02.
11. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 0.5x & \text{при } x < 2 \\ x - 1 & \text{при } x \geq 2 \end{cases}$. Найдите средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^4 f(x) dx$ методом Монте-Карло при 10^5 экспериментах.
12. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 0.5x & \text{при } x < 2 \\ x - 1 & \text{при } x \geq 2 \end{cases}$. Найдите число экспериментов, необходимое и достаточное для того, чтобы средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^4 f(x) dx$ методом Монте-Карло составлял не больше 0.001.
13. Дана функция $f(x) = \lfloor x \rfloor$. Найдите средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_{-2}^3 f(x) dx$ методом Монте-Карло при 500 экспериментах.
14. Дана функция $f(x) = \lfloor x \rfloor$. Найдите число экспериментов, необходимое и достаточное для того, чтобы средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_{-2}^3 f(x) dx$ методом Монте-Карло составлял не больше 0.1.
15. Дана функция $f(x) = \lceil x \rceil$. Найдите средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^3 f(x) dx$ методом Монте-Карло при 300 экспериментах.
16. Дана функция $f(x) = \lceil x \rceil$. Найдите число экспериментов, необходимое и достаточное для того, чтобы средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^3 f(x) dx$ методом Монте-Карло составлял не больше 0.005.
17. Дана функция $f(x) = -x$. Найдите средний квадрат ошибки оценки определенного

интеграла $\int_{-2}^2 f(x) dx$ методом Монте-Карло при 100 экспериментах.

18. Дана функция $f(x) = -x$. Найдите число экспериментов, необходимое и достаточное для того, чтобы средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_0^2 f(x) dx$ методом Монте-Карло составлял не больше 0.02.
19. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } x > 0 \\ -1 & \text{при } x \leq 0 \end{cases}$. Найдите средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_{-1}^2 f(x) dx$ методом Монте-Карло при 4000 экспериментах.
20. Дана функция $f(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } x > 0 \\ -1 & \text{при } x \leq 0 \end{cases}$. Найдите число экспериментов, необходимое и достаточное для того, чтобы средний квадрат ошибки оценки определенного интеграла $\int_{-2}^1 f(x) dx$ методом Монте-Карло составлял не больше 0.01.
21. Опишите алгоритм вычисления случайного значения моделируемой величины через значения базового датчика для равномерного закона распределения:

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } 1 < x < 2 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$
22. Опишите алгоритм вычисления случайного значения моделируемой величины через значения базового датчика для экспоненциального закона распределения:

$$f(x) = \begin{cases} 2 \cdot e^{-2x} & \text{при } x \geq 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$
23. Опишите алгоритм вычисления случайного значения моделируемой величины через значения базового датчика для нормального закона распределения ($\mu = 3, \sigma = 1$):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$
24. Опишите алгоритм вычисления случайного значения моделируемой величины через значения базового датчика для эрланговского закона распределения порядка 2 и параметром 3.
25. Опишите алгоритм вычисления случайного значения моделируемой величины через значения базового датчика для равномерного закона распределения:

$$f(x) = \begin{cases} 0.125 & \text{при } -2 < x < 6 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$
26. Опишите алгоритм вычисления случайного значения моделируемой величины через значения базового датчика для экспоненциального закона распределения:

$$f(x) = \begin{cases} 7 \cdot e^{-7x} & \text{при } x \geq 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$
27. Опишите алгоритм вычисления случайного значения моделируемой величины через значения базового датчика для нормального закона распределения ($\mu = 1, \sigma = 3$):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}.$$

28. Опишите алгоритм вычисления случайного значения моделируемой величины через значения базового датчика для эрланговского закона распределения порядка 4 и параметром 2.
29. Постройте теоретическую гистограмму равномерного закона распределения
- $$f(x) = \begin{cases} 0.5 & \text{при } 0 < x < 2 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}.$$
- Границы построения гистограммы выбрать таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 4.
30. Постройте теоретическую гистограмму экспоненциального закона распределения:
- $$f(x) = \begin{cases} 5 \cdot e^{-5x} & \text{при } x \geq 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}.$$
- Границы построения гистограммы выбрать таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 10.
31. Постройте теоретическую гистограмму нормального закона распределения ($\mu = 0, \sigma = 1$):
- $$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$
- Границы построения гистограммы выбрать таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 6.
32. Постройте теоретическую гистограмму равномерного закона распределения
- $$f(x) = \begin{cases} 0.25 & \text{при } 1 < x < 5 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}.$$
- Границы построения гистограммы выбрать таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 8.
33. Постройте теоретическую гистограмму экспоненциального закона распределения:
- $$f(x) = \begin{cases} 3 \cdot e^{-3x} & \text{при } x \geq 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}.$$
- Границы построения гистограммы выбрать таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 20.
34. Постройте теоретическую гистограмму нормального закона распределения ($\mu = 2, \sigma = 8$):
- $$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$
- Границы построения гистограммы выбрать таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 15.
35. Постройте теоретическую гистограмму равномерного закона распределения
- $$f(x) = \begin{cases} 0.125 & \text{при } 0 < x < 8 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}.$$
- Границы построения гистограммы выбрать таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 2.
36. Постройте теоретическую гистограмму экспоненциального закона распределения:
- $$f(x) = \begin{cases} 1 \cdot e^{-1x} & \text{при } x \geq 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}.$$
- Границы построения гистограммы выбрать таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 7.
37. Постройте теоретическую гистограмму нормального закона распределения

$$(\mu = 10, \sigma = 10): f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{Границы построения гистограммы}$$

выбрать таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 12.

38. Постройте теоретическую гистограмму равномерного закона распределения

$$f(x) = \begin{cases} 0.1 & \text{при } -5 < x < 5 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad \text{Границы построения гистограммы выбрать}$$

таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 10.

39. Постройте теоретическую гистограмму экспоненциального закона распределения:

$$f(x) = \begin{cases} 10 \cdot e^{-10x} & \text{при } x \geq 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad \text{Границы построения гистограммы выбрать}$$

таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 5.

40. Постройте теоретическую гистограмму нормального закона распределения

$$(\mu = -1, \sigma = 1): f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{Границы построения гистограммы}$$

выбрать таким образом, чтобы вероятность попадания случайной величины за границы этого интервала составляла не более 10%. Число подинтервалов выбрать равным 9.

41. Дан поток, у которого i -ое расстояние между событиями вычисляется по формуле $\Delta_i = 1 + (i \bmod 3)$. Вычислите интенсивность этого потока.

42. Дан поток с расстоянием между событиями, равномерно распределенными в интервале от 1 до 5. Вычислите интенсивность и коэффициент вариации данного потока.

43. Пуассоновский поток с интенсивностью, равной 2, делится на два потока. Вычислите интенсивность и коэффициент вариации каждого из двух получившихся потоков.

44. Даны два потока. Интервал между событиями первого постоянен и равен 3-ем. Интервал между событиями второго постоянен и равен 2-ум. Сравните их интенсивности и коэффициенты вариации.

45. Дан пуассоновский поток с интенсивностью, равной пяти. Найти вероятность того, что интервал между событиями превысит 3.

46. Дан поток, интервал между событиями которого – равномерно распределенная случайная величина. Интенсивность потока равна 0.5, коэффициент вариации $\frac{1}{\sqrt{3}}$. Найдите

вероятность того, что интервал между событиями превысит 5.

47. В потоках А и Б расстояние между событиями распределено по эрланговскому закону порядка 2 с интенсивностью, равной 1. Найдите интенсивность и коэффициент вариации потока В, полученного путем суммирования потоков А и Б.

48. Дан нестационарный пуассоновский поток, интенсивность которого меняется в диапазоне от 1 до 4-х. В каком диапазоне при этом изменяется коэффициент вариации?

49. Дан поток с равномерным законом распределения интервалов между событиями в интервале $[a, b]$. Во сколько раз изменится коэффициент вариации потока, если закон распределения изменится на пуассоновский с сохранением интенсивности?

50. Во сколько раз различаются коэффициенты вариации эрланговского потока второго порядка и эрланговского потока третьего порядка при равенстве интенсивностей? Если интенсивность второго потока в два раза больше интенсивности первого?

51. На сколько эрланговских потоков надо разделить пуассоновский, чтобы интенсивность уменьшилась в 5 раз? Во сколько раз при этом изменится коэффициент вариации?

52. Поток с равномерным законом распределения интервалов между событиями делится на два потока. Какой закон распределения интервалов между событиями будет у получившегося потока? Как изменится коэффициент вариации и интенсивность по отношению к исходному потоку?

53. Поток с равномерным законом распределения интервалов между событиями делится на двенадцать потоков. Какой закон распределения интервалов между событиями будет у получившегося потока? Как изменится коэффициент вариации и интенсивность по

	<p>отношению к исходному потоку?</p> <p>54. Дан поток, время появления k-ого события в котором определяется по следующей формуле: $t_k = k \cdot \Delta t + n_k$, где Δt - некая константа, n_k - гауссовская случайная величина с нулевым математическим ожиданием и дисперсией, равной $\Delta t^2 / 50$. Найдите коэффициент вариации и интенсивность данного потока.</p> <p>55. Дан поток, время появления k-ого события в котором определяется по следующей формуле: $t_k = k \cdot \Delta t + r_k$, где Δt - некая константа, r_k - случайная величина, равномерно распределенная в интервале $\left[-\frac{\Delta t}{10}, \frac{\Delta t}{10} \right]$. Найдите коэффициент вариации и интенсивность данного потока.</p> <p>56. Дан пуассоновский поток с интенсивностью, равной двум. Найти вероятность того, что интервал между событиями будет находиться в диапазоне от 1-го до 3-х.</p> <p>57. Дан поток, интервал между событиями которого – равномерно распределенная случайная величина. Интенсивность потока равна $1/3$, коэффициент вариации $1/3\sqrt{3}$. Найдите вероятность того, что интервал между событиями будет лежать в диапазоне от 3-х до 4-х.</p> <p>58. Дан поток с равномерным законом распределения интервалов между событиями. Интенсивность равна одному, коэффициент вариации равен $2/\sqrt{3}$. Реализуем ли физически такой поток? Почему?</p> <p>59. Дан поток с равномерным законом распределения интервалов между событиями и коэффициентом вариации равным $2/\sqrt{3}$. Чему должна быть равна интенсивность данного потока, чтобы он был физически реализуемым?</p> <p>60. Дан поток, у которого i-ое расстояние между событиями вычисляется по формуле $\Delta_i = 1 + (i^2 \bmod 2)$. Вычислите интенсивность этого потока.</p> <p>61. В ЭСМО поток заявок - пуассоновский с интенсивностью, равной двум. Поток обслуживания – равномерный в интервале от 0.1 до 0.5. Найдите производительность данной СМО.</p> <p>62. В ЭСМО поток заявок - пуассоновский с интенсивностью, равной единице. Поток обслуживания – экспоненциальный. Найдите интенсивность потока обслуживания, необходимую и достаточную для того, чтобы среднее время пребывания запроса в системе не превышало 0.5.</p> <p>63. В ЭСМО с пуассоновским потоком заявок и экспоненциальным потоком обслуживания среднее число сообщений в очереди равно 3-ем. Найдите отношение интенсивности потока заявок к интенсивности потока обслуживания.</p> <p>64. В ЭСМО с пуассоновским потоком заявок и экспоненциальным потоком обслуживания среднее число заявок в очереди равно 5. Найдите среднее число заявок в системе.</p> <p>65. Среднее время пребывания заявки в ЭСМО равно 0,875. Интенсивность входного пуассоновского потока заявок равна 1, интенсивность эрланговского потока обслуживания равна 2. Эрланговским потоком какого порядка является поток обслуживания?</p> <p>66. В ЭСМО поток обслуживания – эрланговский третьего порядка с интенсивностью, равной 5-ти. Найдите среднее время пребывания запроса в системе, если входной поток – пуассоновский с интенсивностью, равной 4-м.</p> <p>67. В ЭСМО поток заявок - пуассоновский с интенсивностью, равной единице. Время обслуживания – случайная величина с равномерным законом распределения в диапазоне от 0.5 до 1. Способна ли данная СМО справиться с данным потоком заявок? Почему?</p> <p>68. Интервал между входными заявками первой ЭСМО – равномерно распределенная случайная величина в диапазоне $[2, 3]$. Интервал между входными заявками второй ЭСМО – равномерно распределенная случайная величина в диапазоне $[1, 4]$. Сравните производительности этих ЭСМО, если интенсивности потоков обслуживания у них одинаковы.</p> <p>69. Даны две ЭСМО. Поток обслуживания первой – эрланговский, второго порядка с интенсивностью, равной 4. Поток обслуживания второй – эрланговский, третьего порядка</p>
--	--

	<p>с интенсивностью, так же равной 4. Сравните производительности и среднее время пребывания запроса в обеих системах, если входной поток – пуассоновский, с интенсивностью, равной 2.</p> <p>70. Загрузка ЭСМО с пуассоновским входным потоком заявок равна 0.5. Чему должен быть равен коэффициент вариации потока обслуживания, чтобы среднее число заявок в системе не превышало 5-ти.</p>
--	--

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Имитационное моделирование является в настоящее время важной частью процесса проектирования сложных технических систем. Кроме того, оно широко используется при изучении сложных природных и общественных явлений. При имитационном моделировании не решается математическая задача с целью нахождения функциональных зависимостей, а имитируются условия работы, отдельные действия и события, сопровождающие функционирование моделируемого объекта.

Целью данной дисциплины является изучение одного класса имитационных моделей – модели систем массового обслуживания. Данные модели описывают большое количество социальных, экономических и технических систем.

Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

В процессе обучения по дисциплине производится периодическая выборочная проверка добросовестности ведения конспекта.

Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Семинар – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы семинар – один из видов практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, ведущего научные исследования по тематике семинара и являющегося знатоком данной проблемы или отрасли научного знания. Семинар предназначается для углубленного изучения дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. При изучении дисциплины семинар является не просто видом практических занятий, а, наряду с лекцией, основной формой учебного процесса.

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий

Практическое занятие – одна из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении студентами под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности

Практические занятия проводятся после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения. Допускается выполнение практических занятий до прочтения лекций с целью облегчения изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

Практическое занятие состоит из следующих элементов: вводная часть, основная и заключительная. Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению задания на занятии. В нее входят: формулировка темы, цели и задач занятия, обоснование его значимости в профессиональной подготовке студентов; изложение теоретических основ работы; характеристика состава и особенностей заданий работы и объяснение методов (способов, приемов) их выполнения; характеристика требований к результату работы; проверка готовности студентов выполнять задания. Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами. Она может сопровождаться разъяснениями по ходу работы, устранением трудностей при выполнении работы, текущим контролем и оценкой результатов отдельных студентов, ответами на вопросы студентов. Возможно пробное выполнение задания(ий) под руководством преподавателя. Заключительная часть содержит: подведение общих итогов занятия; оценку результатов работы отдельных студентов; ответы на вопросы студентов; выдачу рекомендаций по устранению пробелов в системе знаний и умений студентов, по улучшению результатов работы; изложение сведений о подготовке к выполнению следующей работы.

Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторная работа № 1

1. Записать математически анализируемую функцию. Для этого необходимо из таблицы в соответствии с вариантом выбрать три функции: $f_1(t)$, $f_2(t)$ и $f_3(t)$ (в таблице записаны номера функций, сами функции приведены под таблицей), а также три весовых коэффициента: a_1 , a_2 и a_3 . Результирующая функция определяется по следующей формуле ($\tau = 1$):

$$f_{рез}(t) = \begin{cases} a_1 f_1(t) & \text{при } t < \tau \\ a_2 f_2(t - \tau) & \text{при } \tau \leq t \leq 2\tau \\ a_3 f_3(t - 2\tau) & \text{при } t > 2\tau \end{cases}$$

2. Вычислить аналитически определенный интеграл $F = \int_0^{3\tau} f_{рез}(t) dt$.

3. Разработать программу, вычисляющую величину F методом Монте-Карло при заданном числе экспериментов.

4. При помощи разработанной программы вычислить определенный интеграл \hat{F} при $N = 2^i$ экспериментах, где $i = \overline{0, 14}$.

Лабораторная работа № 2

1. Выбрать из таблицы 3 в соответствии с вариантом закон распределения вероятностей.
2. Вывести соотношение, позволяющее из чисел, сформированных базовым датчиком, получить числа с заданным законом распределения.
3. Написать программу, реализующую датчик случайных чисел с заданным законом распределения. Входными параметрами программы являются характеристики закона распределения и требуемое количество чисел.
4. Написать программу построения гистограммы выборки, сформированной созданным датчиком с учетом параметров, заданных в таблице. Программа должна автоматически выбирать конфигурацию подинтервалов и объем выборки. Также должна быть предусмотрена возможность на каждом цикле программы вычислять оценки математического ожидания и дисперсии по текущей выборке.
5. При помощи программы построения гистограмм заполнить таблицу. Зафиксировать X_{min} и X_{max} .

Лабораторная работа № 3

1. Выбрать из таблицы 4 в соответствии с вариантом закон распределения интервалов между двумя соседними заявками.
2. Рассчитать теоретическое значение интенсивности λ и вариации v_u .
3. Написать программу, реализующую методику оценки интенсивности потока, описанную в п. 1.3 .
1. При помощи программы произвести оценку интенсивности и коэффициента вариации заданного потока;
2. Построить график зависимости оценок $\hat{\lambda}$ и \hat{v}_u от величины N .

Лабораторная работа № 4

1. Выбрать вариант задания из таблицы.
2. В соответствии с вариантом составить и отладить моделирующую программу.
3. Провести моделирование для тестового примера. Отладить программу на тестовом примере. Подобрать объем моделирования N так, чтобы относительная погрешность экспериментальных данных для тестового примера не превосходила 10%;
4. Провести моделирование для получения требуемой экспериментальной зависимости при $\lambda = 0.1\mu_0, 0.2\mu_0, \dots, 1\mu_0$. Полученные данные внести в таблицу.

Лабораторная работа № 5

1. Выбрать вариант задания из таблицы.
2. В соответствии с вариантом составить и отладить моделирующую программу.
3. Провести моделирование для тестового примера. Отладить программу на тестовом примере. Подобрать объем моделирования M так, чтобы относительная погрешность экспериментальных данных для тестового примера не превосходила 10%.
4. Провести моделирование для получения требуемых экспериментальных зависимостей при $\lambda = 0.1\mu_0, 0.2\mu_0, \dots, 1\mu_0$. Полученные данные занести в таблицу.

Структура и форма отчета о лабораторной работе*Лабораторная работа № 1*

1. Цель работы.
2. График функции $f_{pez}(t)$.
3. Аналитический расчет величины F .
4. Описание разработанной программы: список использованных переменных, блок-схема, текст программы.
5. Табличное представление результатов моделирования $\hat{F}(N)$.
6. График по рассчитанной таблице. Ось абсцисс представить в логарифмическом масштабе по основанию 2. На графике отметить уровнем величину F .
7. Выводы.

Лабораторная работа № 2

1. Цель работы.
1. Формула и график моделируемого закона распределения.
2. Описание разработанных программ: список использованных переменных, список использованных функций, блок-схема, листинг.
3. Табличное представление результатов анализа сформированной выборки (данные таблицы 2).
4. Гистограмма сформированной выборки.
5. Графики зависимости оценок математического ожидания и дисперсии от объема выборки. На графиках уровнем отметить теоретические значения этих величин.

6. Выводы.

Лабораторная работа № 3

1. Цель работы.
2. Формула и график закона распределения интервалов.
3. Описание разработанной программы: список использованных переменных, список использованных функций, блок-схема, листинг.
4. Графики зависимости оценок интенсивности и коэффициента вариации от M . На графиках уровнем отметить теоретические значения эти величин;
5. Выводы.

Лабораторная работа № 4

1. Цель работы.
2. Формулы и графики законов распределения вероятностей для интервалов между заявками и времени обслуживания заявок.
3. Описание разработанной программы: список использованных переменных, список использованных функций, блок-схема, листинг.
4. Теоретический и экспериментальный графики зависимости среднего времени пребывания заявки в системе от интенсивности входного потока для тестового примера.
5. Данные таблицы и построенный по ним график.
6. Выводы.

Лабораторная работа № 5

1. Цель работы.
2. Формулы и графики законов распределения вероятностей интервалов между заявками и времени обслуживания заявок.
3. Описание разработанной программы: список использованных переменных, список использованных функций, блок-схема, листинг.
4. Теоретический и экспериментальный графики зависимостей производительности СМО и среднего времени задержки запроса от интенсивности входного потока для тестового примера.
5. Экспериментальные графики зависимостей производительности СМО и среднего времени задержки запроса в СМО от интенсивности входного потока для своего варианта.
6. Выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

См. подраздел «Структура и форма отчета о лабораторной работе». Каждый отчет должен быть сброшюрован и **обязательно** завершаться количественными и качественными выводами. Общие требования к оформлению указаны в ГОСТ 7.32-2001.

Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

– систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;

- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и

промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой