

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

Кафедра № 41

УТВЕРЖДАЮ

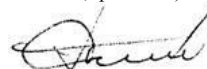
Руководитель направления

проф., д. пед. н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.Г. Степанов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«21» мая 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Имитационное моделирование»
(Наименование дисциплины)

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

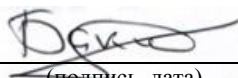
Санкт-Петербург– 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н

(должность, уч. степень, звание)




(подпись, дата)

Е.А. Бакин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«20» мая 2020 г, протокол № 10-2019/20

 Заведующий кафедрой № 41

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



«20» мая 2020 г

(подпись, дата)

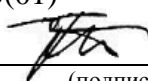
Г.А. Коржавин

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.03.03(01)

проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

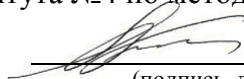
В.С. Павлов

(инициалы, фамилия)

Заместитель Директора института №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 образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Прикладная информатика в информационной сфере». Дисциплина реализуется кафедрой «№41».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-6 «Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования»

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, самостоятельная работа студента, консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

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. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.3.1 знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования ОПК-6.В.1 владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися 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 могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Моделирование систем распределения ресурсов.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудовоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудовоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа, всего (час)	75	75
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Введение в модели систем массового обслуживания	6	0	3		15
Раздел 2. Моделирование по событиям	6	0	3		13
Раздел 3. Генерация случайных величин с заданным законом распределения	8	0	4		17
Раздел 4. Оптимизация сетей массового обслуживания	8	0	4		17
Раздел 5. Дополнительные разделы имитационного моделирования СМО	6	0	3		13
Итого в семестре:	34		17		75
Итого	34	0	17	0	75

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

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.
5	Раздел 5. Дополнительные разделы имитационного моделирования СМО 5.1 Оценка пропускной способности сетей массового обслуживания методом имитационного моделирования 5.2 Методы быстрого моделирования конвейерных СМО

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7			
1	Вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло	3	1
2	Датчики случайных чисел. Построение гистограмм	3	2
3	Моделирование входного потока запросов	3	3
4	Моделирование элементарной СМО с бесконечным буфером	4	4

5	Моделирование элементарной СМО с конечным буфером	4	5
Всего		17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	34	34
Курсовое проектирование (КП, КР)	0	0
Расчетно-графические задания (РГЗ)	8	8
Выполнение реферата (Р)	0	0
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	8	8
Домашнее задание (ДЗ)	17	17
Контрольные работы заочников (КРЗ)	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
Всего:	75	75

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	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
519.7 - К89	Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера. - СПб.: Лань, 2005. - 395 с.	10
004.423.42	Таха Х. Введение в исследование	10

– T24	операций (Operations research: an introduction). - М. и др.: Вильямс, 2006. - 901 с.	
004.4'416 – В29	Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: Учебное пособие. - М.: Высш. шк., 2001. - 208 с.	11

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	GNU Octave

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, 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. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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.
«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.
«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.
«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.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	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. 23. Формула Поллачека-Хинчина. Вероятности отказа в обслуживании.
--	--

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
	Учебным планом не предусмотрено

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся 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.

11.1. 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, приходить 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.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

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 узловое, 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.

11.3. 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 обучающимся 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.

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.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению 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 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 1 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 ($\tau = 1$):

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

2. Вычислить аналитически определенный интеграл $F = \int_0^{3\tau} f_{\text{рез}}(t)dt$.
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 2 (в методических указаниях к ЛР). 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 1. 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 6.
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 5.

Лабораторная работа № 5

1. Выбрать вариант задания из таблицы 8.
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 7.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Лабораторная работа № 1

1. Цель работы.
2. График функции $f_{рез}(t)$.
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 этих 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 5 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.

Методические материалы для выполнения лабораторных работ:

Шифр [004.9И 52] Имитационное моделирование систем массового обслуживания [Текст] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Г. С. Евсеев, Е. А. Бакин. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 42 с. Кол-во экземпляров: 37.

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.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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

11.6. 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).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.8. 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