

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент Ю.В. Ильюшин

Проректор по образовательной
деятельности Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	27.03.03 Системный анализ и управление
Направленность (профиль):	Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент, к.т.н. Абрамкин С.Е.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки «27.03.03 Системный анализ и управление (уровень бакалавриата)», утверждённого приказом Минобрнауки России № 902 от 07 августа 2020;

– на основании учебного плана подготовки по направлению подготовки «27.03.03 Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах».

Составитель _____ к.т.н., доц. Абрамкин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры системного анализа и управления от «05» февраля 2021 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., доц. Ю.В. Ильюшин

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ к.т.н. А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Моделирование систем» является приобретение студентами знаний в области моделирования систем различной физической природы.

В соответствии со стандартными требованиями к образованности специалиста в результате изучения теоретического курса и прохождения практикума задачей дисциплины является приобретение знаний и навыков в применении на практике принципов и методов получения математических моделей систем управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Моделирование систем» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах» и изучается в 5-м семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Моделирование систем» являются «Вычислительная математика», «Теория и технология программирования», «Теория вероятностей и математическая статистика» читаемые в курсе бакалавриата.

Дисциплина «Моделирование систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Вероятностные методы прогнозирования сложных систем», «Математические методы системного анализа и теории принятия решений».

Особенностью дисциплины является формирование у обучающегося навыков разработки математических моделей систем различной физической природы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЁННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения, представленных в таблице:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять оценку эффективности технических систем методами системного анализа и управления	ОПК-4	ОПК-4.1. Знать: методы системного анализа и управления, позволяющие проводить оценку эффективности технических систем
		ОПК-4.2. Уметь: осуществлять оценку эффективности технических систем методами системного анализа и управления
		ОПК-4.4. Владеть: навыками моделирования, позволяющего осуществлять оценку эффективности технических систем
Способен разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем, а также алгоритмы и программы, основанные на этих методах, пригодные для практического применения в области техники и технологии	ОПК-6	ОПК-6.1. Знать: методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем, а также алгоритмы и программы, основанные на этих методах, пригодные для практического применения в области техники и технологии
		ОПК-6.2. Уметь: разрабатывать модели процессов и систем, алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области техники и технологии

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		ОПК-6.3. Владеть навыками разработки алгоритмов и программ, моделирования процессов и систем для практического применения в области техники и технологии

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Часы по семестрам
		5
Аудиторные занятия (всего), в том числе:	51	51
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Самостоятельная работа студентов (СРС)	21	21
Подготовка к практическим занятиям	21	21
Вид аттестации (экзамен (Э))	Э(36)	Э(36)
Общая трудоемкость дисциплины		
час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплин и виды занятий:

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий			
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента, работа студента в том числе курсовая работа (проект)а	Всего
1.	Раздел 1. «Методологическая роль теории систем и математического моделирования в теории познания»	1	–	2	3
2.	Раздел 2. «Применение методов теории подобия и анализа размерностей для исследования процессов, происходящих в сложных технических системах»	2	14	2	18

3.	Раздел 3. «Теоретические основы имитационного моделирования»	2	4	2	8
4.	Раздел 4. «Теоретические основы статистического моделирования»	2	4	3	9
5	Раздел 5. «Моделирование сложных систем методом дискретных цепей Маркова»	2	–	3	5
6	Раздел 6. «Моделирование сложных систем методом непрерывных цепей Маркова»	2	–	3	5
7	Раздел 7. «Модели систем массового обслуживания»	3	8	3	14
8	Раздел 8. «Сетевые модели»	3	4	3	10
	Итого:	17	34	21	72

4.2.1. Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Методологическая роль теории систем и математического моделирования в теории познания	Роль, место, цель, задачи, объект и предмет изучения дисциплины. Принципы построения математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Математическое моделирование как метод исследования технических и социально-экономических систем.	1
2.	Применение методов теории подобия и анализа размерностей для исследования процессов, происходящих в сложных технических системах	Основные теоретические положения анализа размерностей и теории подобия. Примеры применения теории подобия при построении критериев и критерийных уравнений для анализа процессов, происходящих в сложных технических системах. Построение критериев подобия для исследования сложных систем на основе анализа размерностей.	2
3.	Теоретические основы имитационного моделирования	Понятие и область применения имитационного моделирования. Имитация случайных величин и процессов.	2
4.	Теоретические основы статистического моделирования	Моделирование больших систем методом статистических испытаний. Сущность метода статистических испытаний. Точность метода. Учет особенностей моделирования случайных величин с различными законами распределения	2

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
5.	Моделирование сложных систем методом дискретных цепей Маркова	Понятие Марковских случайных процессов. Дискретные цепи Маркова. Разработка математических моделей методом дискретных цепей Маркова: содержание экономико-математической постановки задачи, математическая формулировка задачи, модели ДЦМ с конечным числом шагов, модели ДЦМ с бесконечным числом шагов.	2
6.	Моделирование сложных систем методом непрерывных цепей Маркова	Потоки событий: простейший поток событий и его свойства, пуассоновский поток событий. Потоки Пальма и Эрланга. Непрерывные Марковские цепи. Предельные вероятности состояний системы.	2
7.	Модели систем массового обслуживания	Основные компоненты моделей массового обслуживания. Общая характеристика СМО. Роль пуассоновского и экспоненциального распределений в теории СМО.	3
8.	Сетевые модели	Основные понятия сетевого планирования и управления. Формы представления сетевой модели. Параметры сетевой модели. Методы расчета временных характеристик. Сетевое моделирование в условиях неопределенности. Сглаживание потребности в ресурсах. Граф Ганта. Транспортные сети. Оптимизация потоков в транспортных сетях. Получение результатов наблюдений при моделировании. Перспективы развития методов моделирования систем.	3
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 2	Применение теории подобия и анализа размерностей при исследовании виброактивности двигателей внутреннего сгорания	6
2.	Раздел 2	Построение критериев подобия для исследования двигателей внутреннего сгорания на основе анализа размерностей.	4
3.	Раздел 2	Моделирование виброактивности двигателей внутреннего сгорания методами теории подобия и анализа размерностей	4
4.	Раздел 3	Имитация работы специализированного участка разгрузки автомобилей на предприятии	4

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
5.	Раздел 4	Построение кортежа предпочтений сложных объектов	4
6.	Раздел 7	Моделирование и обоснование параметров СМО	4
7.	Раздел 7	Исследование основные параметров и показателей эффективности различных СМО: одноканальная СМО с отказами; многоканальная СМО с отказами; СМО с ограничением на длину очереди; одноканальная СМО с ожиданием; многоканальная СМО с ожиданием.	4
8.	Раздел 8	Моделирование управленческих процессов методом сетевого планирования: оценка резервов времени. Прикладной аспект задач сетевого планирования.	4
		Итого:	34

4.2.4. Лабораторный практикум

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. «Методологическая роль теории систем и математического моделирования в теории познания»

1. Общая модель управления запасами и ее основные параметры.
2. Статические модели управления запасами.
3. Динамические модели управления запасами.
4. Стационарные модели управления запасами.
5. Нестационарные модели управления запасами.

Раздел 2. «Применение методов теории подобия и анализа размерностей для исследования процессов, происходящих в сложных технических системах»

1. Принципы построения математических моделей.
2. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
3. Математическое моделирование как метод исследования систем.
4. Основные теоретические положения анализа размерностей и теории подобия.
5. Примеры применения теории подобия при построении критериев и критериальных уравнений для анализа процессов, происходящих в сложных технических системах.

Раздел 3. «Теоретические основы имитационного моделирования»

1. Понятие и область применения имитационного моделирования.
2. Имитация случайных величин и процессов
3. Математическое моделирование как метод исследования систем.
4. Основные типы математических моделей, применяемых в прикладных экономических исследованиях.
5. Методика экономико-математического моделирования: экономико-математическая постановка задачи и формулирование проблемы исследования.

Раздел 4. «Теоретические основы статистического моделирования»

1. Моделирование больших систем методом статистических испытаний.
2. Сущность метода статистических испытаний.
3. Точность метода статистических испытаний.
4. Учет особенностей моделирования случайных величин с различными законами распределения.
5. Методика экономико-математического моделирования: расчет и анализ результатов математического моделирования

Раздел 5. «Моделирование сложных систем методом дискретных цепей Маркова»

1. Понятие Марковских случайных процессов: дискретные цепи Маркова.
2. Понятие Марковских случайных процессов: непрерывные цепи Маркова.
3. Разработка математических моделей методом дискретных цепей Маркова.
4. Математическая формулировка задачи: модели ДЦМ с конечным числом шагов.
5. Математическая формулировка задачи: модели ДЦМ с бесконечным числом шагов.

Раздел 6. «Моделирование сложных систем методом непрерывных цепей Маркова»

1. Потoki событий: простейший поток событий и его свойства,
2. Пуассоновский поток событий,
3. Потoki Пальма
4. Потoki Эрланга

5. Предельные вероятности состояний системы.

Раздел 7. «Модели систем массового обслуживания»

1. Задачи теории систем массового обслуживания. Классификация СМО.
2. Основные параметры и показатели эффективности СМО.
3. Одноканальная СМО с отказами.
4. СМО с ограничением на длину очереди.
5. Одноканальная СМО с ожиданием.

Раздел 8. «Сетевые модели»

1. Основные понятия теории сетей.
2. Методы разработки сетевой модели.
3. Оценка продолжительности выполнения мероприятий.
4. Оценка резервов времени. Оценка критического пути.
5. Оценка вероятностных параметров сети.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену:

1. Подобие физико-химических процессов.
2. Теория размерности
3. Описание явлений с помощью размерных и безразмерных величин
4. Метод подобия и эксперимент
5. Подобие явлений.
6. Теоремы подобия
7. Условия подобия явлений
8. Способы определения критериев подобия
9. Применение метода анализа размерностей
10. Соотношение между теорией подобия и анализом размерностей
11. Безразмерные переменные (числа подобия) и уравнения подобия
12. Условия подобия физических процессов
13. Анализ размерностей.
14. Размерности величин
15. Метод анализа размерностей
16. Методы обработки размерностей
17. Теоретические основы имитационного моделирования
18. Основные понятия и область применения имитационного моделирования
19. Датчики случайных и псевдослучайных чисел
20. Моделирование случайных величин, событий и процессов
21. Моделирование дискретных случайных величин
22. Моделирование случайных событий
23. Моделирование непрерывных случайных величин
24. Моделирование «реалистичных» распределений
25. Моделирование случайных процессов
26. Статистическое моделирование как простейший вид имитационного моделирования
27. Управление модельным временем.
28. Математическое моделирование как метод исследования систем.
29. Основные типы математических моделей, применяемых в прикладных экономических исследованиях.
30. Методика экономико-математического моделирования: экономико-математическая постановка задачи и формулирование проблемы исследования.
31. Методика экономико-математического моделирования: разработка математической модели.

32. Методика экономико-математического моделирования: расчет и анализ результатов математического моделирования.
33. Понятие Марковских случайных процессов: дискретные цепи Маркова.
34. Понятие Марковских случайных процессов: непрерывные цепи Маркова.
35. Разработка математических моделей методом дискретных цепей Маркова.
36. Математическая формулировка задачи: модели ДЦМ с конечным числом шагов.
37. Математическая формулировка задачи: модели ДЦМ с бесконечным числом шагов.
38. Потoki событий: простейший поток событий и его свойства, пуассоновский поток событий, потоки Пальма и Эрланга.
39. Предельные вероятности состояний системы.
40. Задачи теории систем массового обслуживания. Классификация СМО.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Моделирование — это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом. 2. процесс моделирования конкретной задачи. 3. процесс неформальной постановки конкретной задачи. 4. процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели.
2.	Модель — это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его существенные характеристики. 2. фантастический образ реальной действительности. 3. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики. 4. описание изучаемого объекта средствами изобразительного искусства.
3.	При изучении объекта реальной действительности можно создать:	<ol style="list-style-type: none"> 1. одну модель, отражающую совокупность признаков объекта. 2. одну единственную модель. 3. несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта. 4. точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
4.	Процесс построения модели предполагает:	<ol style="list-style-type: none"> 1. выделение не более трех существенных признаков объекта. 2. описание всех свойств исследуемого объекта. 3. описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта. 4. выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта.
5.	Математическая модель объекта – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала 2. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение. 3. описание в виде схемы внутренней структуры изучаемого объекта. 4. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы.
6.	Первый этап одного цикла экономико-математического моделирования:	<ol style="list-style-type: none"> 1. построение математической модели. 2. постановка экономической проблемы и ее качественный анализ. 3. математический анализ модели. 4. подготовка исходной информации.
7.	Второй этап одного цикла экономико-математического моделирования:	<ol style="list-style-type: none"> 1. построение математической модели. 2. постановка экономической проблемы и ее качественный анализ. 3. математический анализ модели. 4. подготовка исходной информации.
8.	Программа – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. произвольный набор операторов. 2. набор идентификаторов, связанный с областью памяти, отведенной для их хранения. 3. структура алгоритма решения задачи. 4. машинная реализация алгоритмов решения задач.
9.	Что <u>не относится</u> к этапам решения задач на ЭВМ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. создание математической модели. 2. постановка задачи. 3. выбор метода решения. 4. программирование.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	Входными единицами информации для информационной системы предприятия являются:	<ol style="list-style-type: none"> 1. поля базы данных. 2. реквизиты документов. 3. записи базы данных. 4. названия документов.
11.	Алгоритм графически изображается с помощью:	<ol style="list-style-type: none"> 1. детальной схемы. 2. структурной схемы. 3. блок-схемы. 4. предметной схемы.
12.	Балансовые модели – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. система балансов производства и распределения продукции. 2. прогнозные модели по балансу ресурсов. 3. сбалансированность производства по спросу. 4. баланс спроса и предложения.
13.	Статистические модели – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. прогнозные модели. 2. модели не зависящие от внешних факторов. 3. зависимые от внешних факторов. 4. корреляционно - регрессионные зависимости результата производства от одного или нескольких независимых факторов.
14.	Оптимизационные модели – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. система балансов производства и распределения продукции. 2. корреляционно-регрессионные зависимости результата производства от одного или нескольких независимых факторов. 3. модели, служащие для отыскания наилучших (оптимальных) решений конкретной экономической задачи. 4. прогнозные модели.
15.	Коэффициент корреляции указывает:	<ol style="list-style-type: none"> 1. на наличие или отсутствие связи и находится в интервале $[-1;1]$. 2. на наличие связи. 3. на отсутствие связи. 4. равен 0, если существует связь между изучаемыми явлениями.
16.	Если эконометрическая модель содержит только одну объясняющую переменную, то она имеет название:	<ol style="list-style-type: none"> 1. парной линейной регрессии. 2. парной регрессии. 3. парной нелинейной регрессии. 4. множественной линейной регрессии.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17.	Производственная функция – это...	<p>1. экономико-математическая зависимость показывающая увеличение затрат на производство продукции.</p> <p>2. математическая зависимость между итоговой продукцией и расходом для ее изготовления.</p> <p>3. экономико-количественная зависимость между факторами производства и объемом продукции.</p> <p>4. экономико-математическая количественная зависимость между величинами выпуска (количество продукции) и факторами производства, (затраты ресурсов, уровень технологий и др.).</p>
18.	<p>Степенная производственная функция имеет следующий вид:</p> $y = a \prod_{i=1}^n x_i^{a_i} = ax_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2} \dots x_n^{a_n}$ <p>где y – это...</p>	<p>1. объем продукции.</p> <p>2. масса продукции.</p> <p>3. стоимость продукции.</p> <p>4. длина продукции.</p>
19.	Для чего проводится нормирование частных показателей, входящих в составной функциональный критерий?	<p>1. для того, чтобы сумма показателей была равна единице.</p> <p>2. для уменьшения числа частных показателей.</p> <p>3. для придания показателям безразмерного вида.</p> <p>4. для повышения точности модели.</p>
20.	Для чего проводится нормирование частных показателей, входящих в составной функциональный критерий?	<p>1. для того, чтобы сумма показателей была равна единице.</p> <p>2. для уменьшения числа частных показателей.</p> <p>3. для придания показателям безразмерного вида.</p> <p>4. для повышения точности модели.</p>

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какой из приведенных ниже принципов является принципом построения моделей?	<p>1. принцип осуществимости.</p> <p>2. принцип предпочтения.</p> <p>3. принцип рассмотрения совместно со связями со средой.</p> <p>4. принцип глобальной цели.</p>
2.	Какой из приведенных ниже принципов является принципом построения моделей?	<p>1. принцип ранжирования.</p> <p>2. принцип приоритета функции над структурой.</p> <p>3. принцип эксперимента.</p> <p>4. принцип децентрализации.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	Как проверяется степень соответствия модели описываемому явлению?	<ol style="list-style-type: none"> 1. эмпирической оценкой. 2. экспертной оценкой. 3. аддитивным анализом. 4. мультипликативным анализом.
4.	Что бы Вы отнесли к особенностям системного моделирования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. выдвижение гипотез при исследовании. 2. операциональное исследование. 3. использование алгоритмов, допускающих оперативную переналадку. 4. необходимость получения показателя эффективности системы.
5.	Какие из перечисленных требований относятся к математическим моделям?	<ol style="list-style-type: none"> 1. синхронность. 2. совместимость. 3. быстродействие. 4. адекватность.
6.	На чем основывается оценка точности модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. на методе максимального правдоподобия. 2. на реалистичности. 3. на совместимости. 4. на результативности.
7.	Как можно оценить погрешность модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. методом измерения предпочтений. 2. методом наименьших квадратов. 3. корреляционным анализом. 4. функционально-стоимостным анализом.
8.	Как может быть оценена ошибка метода статистических испытаний?	<ol style="list-style-type: none"> 1. степенью достоверности. 2. границами интервала, заданного ЛПР. 3. корреляционным анализом. 4. доверительной вероятностью.
9.	Какое распределение вероятностей положено в основу процедуры генерирования случайных чисел?	<ol style="list-style-type: none"> 1. нормальное. 2. экспоненциальное. 3. равномерное. 4. логарифмическое.
10.	Что является одним из этапов метода статистических испытаний?	<ol style="list-style-type: none"> 1. статистическая оценка результатов. 2. статистическая «калибровка» модели. 3. статистическая проверка гипотез. 4. построение «дерева» целей и задач.
11.	С использованием какого метода генерируются случайные числа при имитационном моделировании?	<ol style="list-style-type: none"> 1. метода последовательных приближений. 2. метода наименьших квадратов. 3. метода максимального правдоподобия. 4. метода обратных функций.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	Что является основным достоинством метода статистических испытаний?	1. отсутствие необходимости оценки адекватности модели. 2. простота оценки точности результатов. 3. дешевизна осуществимости. 4. малое число необходимых испытаний.
13.	Согласно какому выражению определяются случайные числа, распределенные экспоненциально?	1. $t = \lambda e^{-\lambda} \ln R$. 2. $t = \frac{R}{\lambda} \ln \lambda$. 3. $t = e^{-\lambda} \ln R$. 4. $t = \left(-\frac{1}{\lambda}\right) \ln R$.
14.	Какой величине пропорциональна ошибка метода статистических испытаний?	1. $\frac{1}{N^2}$. 2. $\frac{1}{N}$. 3. $\frac{1}{\sqrt{N}}$. 4. N .
15.	Как распределены промежутки времени между событиями простейшего потока?	1. по экспоненциальному закону. 2. по равномерному закону. 3. по нормальному закону. 4. по логарифмическому закону.
16.	Чем определяется количество «прогонов» имитационной модели?	1. сложностью модели. 2. продолжительностью одной реализации параметров модели. 3. структурой модели. 4. требуемой точностью определения выходных параметров.
17.	Как определяются искомые величины при статистическом испытании?	1. как средние величины параметров при одной реализации. 2. как средние величины от полученных и требуемых параметров. 3. как средние величины параметров при большом числе испытаний. 4. как минимальные величины параметров.
18.	Из какого интервала случайных чисел формируется выборка случайных параметров при имитационном моделировании?	1. $[-\infty; +\infty]$. 2. $[0; 1]$. 3. $[0; \infty]$. 4. $[-1; +1]$.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	Как моделируются события в имитационной модели?	1. случайным образом. 2. по «рангу» определяемого параметра. 3. по «весу» моделируемого события. 4. в хронологическом порядке.
20.	На чем основывается статистическая обработка и оценка точности результатов моделирования?	1. на аксиомах теории множеств. 2. на принципах системного анализа. 3. на методе инверсии. 4. на предельных теоремах теории вероятностей.

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какой недостаток имеет точечное оценивание выходных параметров имитационной модели?	1. не дает сведений о свойствах оценки параметра. 2. не дает сведений о мере «разброса» параметра относительно математического ожидания. 3. не дает сведений о точности и надежности результата. 4. не дает представления о величине параметра.
2.	Когда есть основания принять альтернативную статистическую гипотезу H_1 ?	1. когда расчетное значение критерия попадает в критическую область. 2. когда имеется двусторонняя критическая область. 3. когда расчетное значение критерия попадает в область допустимых значений. 4. при асимметричности распределения.
3.	Что включает в себя точечное оценивание выходных параметров имитационного моделирования?	1. определение выборочной дисперсии параметра. 2. определение поправки Бесселя. 3. определение объема выборки параметра. 4. определение среднеквадратического отклонения параметра.
4.	Что является сущностью интервального оценивания выходных параметров имитационной модели?	1. определение характеристик точности и надежности результатов. 2. определение характеристик генеральной совокупности параметров. 3. статистическая обработка результатов. 4. определение характеристик выходных параметров по абсолютной величине.
5.	Какая статистика критерия применяется при проверке статистических гипотез о стабильности статистических испытаний?	1. χ^2 -статистика. 2. t -статистика. 3. D -статистика. 4. F -статистика.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6.	Что необходимо для интервального оценивания выходных параметров имитационной модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. указать абсолютные значения параметров генеральной совокупности. 2. указать интервал изменения параметра по одному из законов распределения. 3. указать ширину доверительного интервала. 4. указать объем выборки.
7.	Что относится к недостатку имитационного моделирования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. моделирование очень сложных систем и процессов любой физической природы. 2. необходимость проведения большого числа испытаний. 3. необходимость учета случайных факторов. 4. неопределенность функционирования сложной системы.
8.	Что является ошибкой первого рода или «риском поставщика»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. отрицательное заключение по верной гипотезе H_0. 2. отрицательное заключение по верной гипотезе H_1. 3. положительное заключение по верной гипотезе H_0. 4. положительное заключение по неверной гипотезе H_1.
9.	Что влияет на ширину доверительного интервала результатов статистических испытаний?	<ol style="list-style-type: none"> 1. заданный закон распределения входных параметров модели. 2. продолжительность одного «прогона» имитационной модели. 3. заданная доверительная вероятность. 4. величина точечной оценки параметра.
10.	Когда есть основания принять исходную статистическую гипотезу?	<ol style="list-style-type: none"> 1. когда имеется двусторонняя критическая область. 2. когда расчетное значение критерия попадает в критическую область. 3. когда расчетное значение критерия не попадает в область допустимых значений. 4. когда расчетное значение критерия попадает в область допустимых значений.
11.	Что включает в себя точечное оценивание выходных параметров имитационного моделирования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. определение выборочного среднего. 2. определение уровня значимости. 3. определение доверительной вероятности. 4. определение выборочной дисперсии.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	Что является ошибкой второго рода или «риском заказчика»?	1. отрицательное заключение по верной гипотезе H_1 2. отрицательное заключение по неверной гипотезе H_0 . 3. положительное заключение по верной гипотезе H_0 . 4. положительное заключение по неверной гипотезе H_1 .
13.	От чего зависит ширина интервала оценки выходного параметра имитационной модели?	1. от значений характеристик генеральной совокупности. 2. от величины оценки выходного параметра. 3. от продолжительности одного «прогона» имитационной модели. 4. от уровня значимости, задаваемого ЛПР.
14.	Что относится к признакам выбора статистики критерия?	1. уровень значимости α . 2. правосторонняя критическая область. 3. левосторонняя критическая область. 4. объем испытаний N .
15.	Какие законы распределения применяются при интервальном оценивании результатов моделирования?	1. нормальный. 2. экспоненциальный. 3. равномерный. 4. логарифмический.
16.	К чему приводит выбор уровня значимости α ?	1. производится выбор между право- и левосторонней критическими областями. 2. к выбору расчетной статистики критерия. 3. множество значений критерия разбивается на область допустимых значений и критическую область. 4. к изменению закона распределения выходных параметров модели.
17.	Какое количество реализаций проводится при полном факторном планировании по двум уровням с числом факторов равным k ?	1. $N = 3^k$. 2. $N = 2^k + 1$. 3. $N = 2k$. 4. $N = 2^k$.
18.	В чем выражается симметричность матрицы планирования?	1. $\sum_{i=1}^N x_i^2 = N$. 2. $\sum_{i=1}^N x_{iu} x_{ij} = 0$. 3. $i = 1, N$. 4. $\sum_{i=1}^N x_{ij} = 0$.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	В чем отличие активного факторного имитационного эксперимента от пассивного?	1. в активном моделировании внешней среды. 2. в одновременном варьировании совокупности входных параметров. 3. в параллельном использовании натурального эксперимента. 4. в получении результатов в реальном масштабе времени.
20.	Какую часть реплики ПФП содержитДФП 25-2?	1. 1/4. 2. 1/2 по равномерному закону. 3. 1/8 по нормальному закону. 4. 1/5 по логарифмическому закону.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Математическое моделирование и проектирование: учебное пособие / А.С. Коломейченко, И.Н. Кравченко, А.Н. Ставцев, А.А. Полухин; под ред. А.С. Коломейченко. М.: ИНФРА-М, 2021. 181 с. Текст: электронный.

URL: <https://znanium.com/catalog/product/1412835> (дата обращения: 02.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Федосеев В.В. Экономико-математические модели и прогнозирование рынка труда: учебник. 3-е изд., испр. и доп. М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2019. 148 с. DOI 10.12737/textbook_5d413cc86c8c69.75689159. Текст: электронный.

URL: <https://znanium.com/catalog/product/944660> (дата обращения: 02.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Соколов Г.А. Управляемые цепи Маркова в экономике (дискретные цепи Маркова с доходами): учебник. 2-е изд. М.: ИНФРА-М, 2020. 158 с. Текст: электронный.

URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081384> (дата обращения: 02.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

4. Рыков В.В., Козырев Д.В. Основы теории массового обслуживания (Основной курс: марковские модели, методы марковизации): учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2021. 223 с.

Текст: электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1290321> (дата обращения: 02.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Новиков А.И. Исследование операций в экономике: учебник для бакалавров. 2-е изд. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. 352 с. Текст: электронный.

URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081677> (дата обращения: 02.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Тимохин А.Н., Румянцев Ю.Д. Моделирование систем управления с применением MatLab: учебное пособие / под ред. А. Н. Тимохина. М.: ИНФРА-М, 2020. 256 с. Текст: электронный.

URL: <https://znanium.com/catalog/product/1117213> (дата обращения: 02.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Афанасьева О.В. Учебно-методические разработки по выполнению самостоятельной работы по учебной дисциплине

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru>

2. Афанасьева О.В. Учебно-методические разработки для проведения практических занятий по учебной дисциплине

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

1. Аудитория для проведения лекционных занятий и практических работ
Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 10 шт., компьютерное кресло – 23 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), доска аудиторная под фломастер – 1 шт., лазерный принтер – 1 шт.
Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).
2. Аудитория для проведения лекционных занятий и практических работ
Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 9 шт., компьютерное кресло – 17 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), лазерный принтер – 1 шт., доска – 1 шт.
Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012), GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.
Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от

06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010. CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения». Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1. Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт. источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)

4. MathCad Education, Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения"

5. LabView Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения"