

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет информатики и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Имитационное моделирование

Кафедра информационных систем и технологий программирования
факультета ИиИТ

Образовательная программа
09.03.04 Программная инженерия

Направленность (профиль) программы
Разработка программно-информационных систем
Программное обеспечение вычислительной техники и
автоматизированных систем

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: дисциплина по выбору

Рабочая программа дисциплины составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия от «19» сентября 2017 г. № 920.

Разработчик: кафедра информационных технологий и моделирования экономических процессов, Касимова Т.М., к.э.н.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры ИСиТП от «01» марта 2022г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Исмиханов З.Н.
(подпись)

на заседании Методической комиссии факультета ИиИТ
от «17» марта 2022г., протокол № 7

Председатель  Бакмаев А.Ш.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Имитационное моделирование» является дисциплиной по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению 09.03.04 Программная инженерия

Дисциплина реализуется на факультете информатики и информационных технологий кафедрой информационных технологий и моделирования экономических процессов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ имитационного моделирования, а также построением и использованием имитационных моделей для исследования сложных процессов и управления ими.

Дисциплина нацелена на формирование следующих профессиональных компетенций выпускника: ПК-4, ПК-6.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: текущий контроль в форме опроса, тестов, контрольных работ и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Объем дисциплины в очной форме

Семестр	Учебные занятия							СРС	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:									
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР			Консультации
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия					
8	108	64	22	20	22		44	зачет		

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Имитационное моделирование» являются: ознакомление студентов с основными методами решения задач на основе имитационного моделирования; получение навыков создания моделей систем различного назначения; изучение методов планирования экспериментов; применение полученных знаний при создании и проведении экспериментов с имитационными моделями систем различной сложности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Имитационное моделирование» является дисциплиной по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению 09.03.04 Программная инженерия.

Дисциплины (или их разделы), необходимые для изучения данной дисциплины:

- Теория вероятностей;
- Математическая статистика;
- Программирование;
- Моделирование и др.

Дисциплины (или их разделы), использующие результаты изучения данной дисциплины:

- Производственная практика;
- Преддипломная практика;
- Выпускная квалификационная работа.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения
ПК-4 Готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности	ПК-4.1. Знает современные инструментальные средства программного обеспечения ПК-4.2. Умеет анализировать и выбирать инструментальные средства программного обеспечения ПК-4.3. Владеет навыками использования методов и инструментальных средств исследования программного обеспечения	<i>Знает:</i> объекты профессиональной деятельности (программный проект, программный продукт, процессы жизненного цикла программного продукта); основы моделирования и анализа программных систем, разработки, выявления, спецификации и управления требованиями; <i>Умеет:</i> применять математические методы и вычислительные алгоритмы для исследования объектов профессиональной деятельности <i>Владеет:</i> навыками составления

		спецификаций программного продукта
ПК-6 Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения	ПК-6.1. Знает основы моделирования и формальные методы конструирования программного обеспечения ПК-6.2. Умеет использовать формальные методы конструирования программного обеспечения жизненного цикла ПК-6.3. Владеет методами формализации и моделирования программного обеспечения	<i>Знает:</i> методы моделирования непрерывных детерминированных и дискретных стохастических систем; методы генерирования случайных величин; основные классы языков и систем моделирования; <i>Умеет:</i> реализовывать простые алгоритмы моделирования непрерывных систем; реализовывать простые алгоритмы статистического моделирования систем; оценивать достоверность результатов моделирования; <i>Владеет:</i> навыком использования моделей для поиска решений задач; навыком использования формальных методов конструирования программного обеспечения; навыком проведения анализа результатов экспериментов.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Неделя семестра		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...		
Модуль 1. <i>Методология имитационного моделирования</i>									
1	Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения)	8	1	2	2			4	Опрос, тестирование
2	Математический	8	2	2	2			6	Опрос, тестирование

	аппарат имитационного моделирования								
3	Основные методологические подходы к построению имитационных моделей	8	3,4	4	4			8	Опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 1:</i>			8	8			18	контрольная работа
<i>Модуль 2. Имитационное моделирование процессов массового обслуживания</i>									
4	Системы массового обслуживания и их характеристики	8	5	2	2			6	Опрос, тестирование
5	Статическое моделирование СМО (метод Монте-Карло)	8	6,7	4	4	4		4	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
	<i>Итого по модулю 2:</i>			6	6	4		10	контрольная работа
<i>Модуль 3. Компьютерные среды имитационного моделирования</i>									
6	Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования	8	8,9	4	4	8		8	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
7	Компьютерное моделирование экономических, социальных и производственно-технологических систем	8	10, 11	4	4	8		8	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
	<i>Итого по модулю 3:</i>			8	8	16		16	контрольная работа
	ИТОГО:			22	22	20		44	зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Методология имитационного моделирования

Тема 1. Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения)

Введение в имитационное моделирование. Имитационные модели, область применения и основные определения. Структура процесса имитационного моделирования.

Тема 2. Математический аппарат имитационного моделирования

Применение теории вероятностей и математической статистики в имитационном моделировании. Виды вероятностных распределений, используемых в имитационном моделировании. Статистические проблемы

имитационного моделирования. Системность имитационного моделирования. Условие системности имитационного моделирования. Модели общих систем. Возможности интеграции имитирующих моделей с помощью моделей общих систем.

Тема 3. Основные методологические подходы к построению имитационных моделей

Имитационные модели систем. Дискретные имитационные модели. Непрерывные имитационные модели. Методологии имитационного моделирования. Принципы и методы построения имитационных моделей.

Модуль 2. Имитационное моделирование процессов массового обслуживания

Тема 4. Системы массового обслуживания и их характеристики

Однотипные задачи многоразового использования – основа систем массового обслуживания (СМО). Каналы обслуживания, их виды. Типы СМО: с отказами и ожиданием. Дисциплина обслуживания в СМО. Принципы организации СМО: «первая пришла – первая обслужена»; «последняя пришла – первая обслужена»; обслуживание с приоритетом.

Тема 5. Статическое моделирование СМО (метод Монте-Карло)

Понятие случайного процесса. Процессы с дискретным состоянием и непрерывным временем. Процесс работы СМО как случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Вероятность состояния. Сумма вероятностей. Методы (способы) определения вероятности состояния системы. Система дифференциальных уравнений для определения вероятностей состояния (уравнение Колмогорова). Предельные (финальные) вероятности состояний. Уравнения, описывающие стационарный режим.

Многоканальные СМО с отказами (задача Эрланга) и с неограниченной очередью, расчет вероятностей ее состояний и показателей эффективности.

Метод статистического моделирования как один из универсальных средств анализа СМО. «Розыгрыш» случайного процесса как основа метода Монте-Карло. Перебор всевозможных «розыгрышей».

Модуль 3. Компьютерные среды имитационного моделирования

Тема 6. Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования

Компьютерные среды моделирования. Построение моделей в компьютерных средах для производственно-технологических и социально-экономических систем. Виды применяемых систем и примеры формирования имитирующих моделей. Возможности использования имитационных языков. Сведения о современных программных продуктах в этой области.

Тема 7. Компьютерное имитационное моделирование экономических, социальных и производственно-технологических систем

Моделирование прогнозирования объёма продаж. Алгоритм построения прогноза объёма реализации для продукции с сезонным характером продаж. Имитационное моделирование инвестиционных рисков.

Имитационное моделирование операций с ценными бумагами. Имитационные модели для построения системы согласованных тарифов. Сведения о современных программных продуктах в этой области и обучение их применению. Имитационные модели систем массового обслуживания. Применение прикладных пакетов программ для моделирования СМО.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Методология имитационного моделирования

Тема 1. Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения)

Семинарское занятие № 1. Применение теории вероятностей и математической статистики в имитационном моделировании.

Вопросы:

1. Виды вероятностных распределений, используемых в имитационном моделировании.

2. Статистические проблемы имитационного моделирования.

Тема 2. Математический аппарат имитационного моделирования

Практическое занятие № 2. Разработка концептуальной модели. Испытание и исследование имитационной модели использованием исходных данных моделирования.

Тема 3. Основные методологические подходы к построению имитационных моделей

Практические занятия № 3, 4. Постановка и проведение имитационного эксперимента

Модуль 2. Имитационное моделирование процессов массового обслуживания

Тема 4. Системы массового обслуживания и их характеристики

Практическое занятие № 5.

1. Марковские случайные процессы. Уравнения Колмогорова

2. Решение задач на расчет показателей эффективности одноканальных СМО. Например, одноканальная система массового обслуживания имеет два состояния: S_0 и S_1 . Интенсивность поступления заявок равна 7, а интенсивность обслуживания – 5. Требуется рассчитать предельные вероятности состояний системы и показатели ее эффективности.

Тема 5. Статическое моделирование систем массового обслуживания (метод Монте-Карло)

Практические занятия № 6, 7.

1. Системы массового обслуживания и их характеристики. Метод Монте-Карло

2. Решение задач на расчет показателей эффективности многоканальных систем массового обслуживания, например, трехканальная система массового обслуживания с отказами имеет четыре состояния: S_0 , S_1 ,

S_2, S_3 . Интенсивность поступления и обслуживания потока заявок равна 10 и 6 соответственно. Требуется определить предельные вероятности состояния СМО.

3. Лабораторные работы №1, 2. Модели процессов массового обслуживания. Реализация метода Монте-Карло

Модуль 3. Компьютерные среды имитационного моделирования

Тема 6. Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования

Практические занятия № 8, 9. Обработка анализ и интерпретация результатов моделирования.

Лабораторные работы №3-6. Проведение компьютерного эксперимента с моделью в Anylogic, Arena, GPSS.

Тема 7. Компьютерное имитационное моделирование экономических, социальных и производственно-технологических систем

Практические занятия № 10, 11. Компьютерное имитационное моделирование реальных экономических, социальных и производственно-технологических систем.

Лабораторные работы №7-10. Моделирование прогнозирования объема продаж. Имитационное моделирование инвестиционных рисков. Имитационное моделирование операций с ценными бумагами. Имитационные модели для построения системы согласованных тарифов. Имитационные модели систем массового обслуживания.

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГБОУ ВО реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Использование персональных компьютеров при выполнении самостоятельных контрольных заданий и сдаче зачета. Чтение лекций с использованием компьютера и проектора.

При реализации учебной дисциплины используются электронные практикумы, электронные учебники, презентации средства диагностики и контроля, разработанные специалистами кафедры т.д.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

П р и м е р н о е р а с п р е д е л е н и е в р е м е н и
с а м о с т о я т е л ь н о й р а б о т ы с т у д е н т о в

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, в.ч.		
	Очная	Очно-заочная	заочная
Текущая СРС			
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	12		
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	2		
самостоятельное изучение разделов дисциплины	4		
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	4		
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	6		
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачёту	6		
Творческая проблемно-ориентированная СРС			
выполнение расчётно-графических работ	2		
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	2		
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	4		
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	2		
Итого СРС:	44		

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-4 Готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности	ПК-4.1. Знает современные инструментальные средства программного обеспечения ПК-4.2. Умеет анализировать и выбирать инструментальные средства программного обеспечения ПК-4.3. Владеет навыками использования методов и инструментальных средств исследования программного обеспечения	<i>Знает:</i> объекты профессиональной деятельности (программный проект, программный продукт, процессы жизненного цикла программного продукта); основы моделирования и анализа программных систем, разработки, выявления, спецификации и управления требованиями; <i>Умеет:</i> применять математические методы и вычислительные алгоритмы для исследования объектов профессиональной деятельности <i>Владеет:</i> навыками составления спецификаций программного продукта	Устный опрос, письменный опрос
ПК-6 Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения	ПК-6.1. Знает основы моделирования и формальные методы конструирования программного обеспечения ПК-6.2. Умеет использовать формальные методы конструирования программного обеспечения жизненного цикла ПК-6.3. Владеет	<i>Знает:</i> методы моделирования непрерывных детерминированных и дискретных стохастических систем; методы генерирования случайных величин; основные классы языков и систем моделирования; <i>Умеет:</i> реализовывать простые алгоритмы моделирования	Письменный опрос

	методами формализации моделирования программного обеспечения	и	непрерывных систем; реализовывать простые алгоритмы статистического моделирования систем; оценивать достоверность результатов моделирования; <i>Владеет:</i> навыком использования моделей для поиска решений задач; навыком использования формальных методов конструирования программного обеспечения; навыком проведения анализа результатов экспериментов.
--	--	---	--

7.2. Типовые контрольные задания

Темы рефератов

1. Границы возможностей аналитических методов и моделей
2. Функциональная модель и уровни ее детализации
3. Прогнозные имитационные модели
4. Характеристики основных законов распределения случайных величин
5. Типовые математические схемы описания процессов
6. Элементы теории систем массового обслуживания
7. Классификация моделирующих алгоритмов
8. Подробное описание моделирующего алгоритма
9. Моделирование случайных величин различных типов, случайных событий
10. Проблема переходного режима функционирования процесса при постановке экспериментов
11. Обзор программных систем имитационного моделирования
12. Обоснование использования конкретной программной среды
13. Примеры построения имитационных моделей в среде AnyLogic.
14. Язык программирования SIMSCRIPT (история возникновения, общее описание, возможности имитации)
15. Язык программирования SLAM (история возникновения, общее описание, возможности имитации)
16. Язык программирования SIMANT (история возникновения, общее описание, возможности имитации)
17. Язык программирования GPSS (история возникновения, общее описание, возможности имитации)
18. Инструментальное средство имитации ARIS Toolset (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

19. Инструментальное средство имитации ITHINK (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
20. Инструментальное средство имитации Powersim Studio (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
21. Инструментальное средство имитации Extend (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
22. Инструментальное средство имитации GPSS/H (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
23. Инструментальное средство имитации GPSS/World (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
24. Инструментальное средство имитации SIMPROCESS (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
25. Инструментальное средство имитации AllFusion Process Modeler (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
26. Инструментальное средство имитации ProcessModel (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
27. Инструментальное средство имитации AnyLogic (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
28. Инструментальное средство имитации Wit

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Этапы построения имитационных моделей
2. Применение теории вероятностей и математической статистики к имитационному моделированию
3. Статистические проблемы имитационного моделирования.
4. Сбор информации о системе, формулирование проблемы и определение целей исследования
5. Структура представления данных в имитационных моделях
6. Виды оценок и методы оценивания параметров имитационной модели
7. Общие положения проверки гипотез о согласии
8. Разработка концептуальной модели: логико-математическое описание моделируемой системы в соответствии с формулировкой проблемы
9. Создание имитационной модели средствами системы моделирования
10. Испытание и исследование имитационной модели с использованием исходных данных моделирования
11. Проведение направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели
12. Анализ и интерпретация результатов имитационного моделирования
13. Аналитический метод имитационного моделирования
14. Метод статистических испытаний
15. Комбинированный метод построения имитационных моделей
16. Параметры и переменные имитационной модели
17. Классификация имитационных моделей в зависимости от типа модельного времени

18. Принцип Δt в имитационном моделировании
19. Принцип особых состояний
20. Датчики случайных величин
21. Метод середины квадрата
22. Мультипликативный конгруэнтный метод
23. Требования к базовым датчикам и их проверка
24. Имитация случайного события
25. Имитация сложного события
26. Имитация сложного события, состоящего из зависимых событий
27. Имитация событий, составляющих полную группу
28. Моделирование дискретных случайных величин
29. Моделирование непрерывных случайных величин
30. Метод обратной функции
31. Метод Неймана (режекции)
32. Алгоритм получения значений нормально распределенной случайной величины
33. Алгоритм получения случайной величины, распределенной по Пуассону.
34. Имитация нестационарных случайных процессов
35. Имитация стационарных СП
36. Статистические проблемы имитационного моделирования
37. Условие системности имитационного моделирования
38. Модели общих систем
39. Возможности интеграции имитирующих моделей с помощью моделей общих систем
40. Дискретные имитационные системы
41. Непрерывные имитационные системы
42. Принципы и методы построения имитационных моделей
43. Аналитический метод построения имитационной модели
44. Метод статистического моделирования
45. Комбинированный подход
46. Сетевое имитационное моделирование, входные и выходные спецификации
47. Определение системы массового обслуживания и ее компонент
48. Общая модель системы массового обслуживания
49. Функциональные характеристики системы массового обслуживания
50. Построение моделей в компьютерных средах для производственно-технологических и социально-экономических систем
51. Виды применяемых систем и примеры формирования имитирующих моделей
52. Возможности использования имитационных языков. Сведения о современных программных продуктах в этой области и обучение их применению
53. Моделирование прогнозирования объёма продаж
54. Имитационное моделирование операций с ценными бумагами
55. Имитационное моделирование инвестиционных рисков

56. Имитационные модели для построения системы согласованных тарифов
57. Современные программные продукты в области построения системы согласованных тарифов
58. Проблема взаимосвязанной имитации процессов в совокупности производственно-технологических и социально-экономических систем
59. Планирование имитационного эксперимента. Стратегии запуска и правила останковки

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 60 % и промежуточного контроля - 40%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 40 баллов,
- выполнение лабораторных заданий -40 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 20 баллов,
- письменная контрольная работа - 40 баллов,
- тестирование - 40 баллов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

а) адрес сайта курса

1. Образовательный блог «Математическое и имитационное моделирование» — Режим доступа: <http://mathandimitmodeling.blogspot.com> (дата обращения: 11.05.2019)
2. Образовательный блог «Компьютерное моделирование в экономике» — Режим доступа: <http://compmodelling.blogspot.com> (дата обращения: 11.05.2019)
3. Учебный курс на платформе Moodle «Математическое и имитационное моделирование» — Режим доступа: <http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=2052> (дата обращения: 11.05.2019)
4. Учебный курс на платформе Moodle «Компьютерное моделирование в экономике» — Режим доступа: <http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=2051> (дата обращения: 11.05.2019)

б) основная литература:

1. Касимова Т.М. Математическое и имитационное моделирование: учеб.-метод. пособие / Касимова, Таиса Маллаевна; Минобрнауки России, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2017. - 75 с. - 101-00. (количество экз. – 83)

2. Салмина Н.Ю. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Ю. Салмина. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2015. — 118 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70012.html> (дата обращения: 07.05.2019)

3. Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Н. Черняева, В.В. Денисенко. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 96 с. — 978-5-00032-180-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50630.html> (дата обращения: 07.05.2019)

б) дополнительная литература

4. Боев В.Д. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] / В.Д. Боев, Р.П. Сыпченко. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 525 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73655.html> (дата обращения: 07.05.2019)

5. Данилов А.М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Э.Р. Домке. — Электрон. текстовые данные. — Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2011. — 296 с. — 978-5-9282-0733-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23100.html> (дата обращения: 07.05.2019)

6. Инструментальные средства математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Золотарев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. — 90 с. — 978-5-9275-0887-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46963.html> (дата обращения: 07.05.2019)

7. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.Ю. Каталевский. — Электрон. текстовые данные. — М.: Дело, 2015. — 512 с. — 978-5-7749-1072-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51043.html> (дата обращения: 07.05.2019)

8. Фомин В.Г. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Фомин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. — 87 с. — 918-5-7433-2861-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76483.html> (дата обращения: 07.05.2019)

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. eLIBRARY.RU[Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.04.2019). — Яз. рус., англ.

2. Moodle[Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>(датаобращения: 22.03.2019).

3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.03.2019).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно.

Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Statistica Education
2. Matlab International Academic Edition Individual
3. Simulink International AcademicEditionIndividual
4. Mathcad Academic

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Аудитории, оснащенные компьютерами и мультимедийным оборудованием для проведения лекционных и практических занятий.

2. Лаборатория, оснащенная специализированными программами для проведения виртуальных компьютерных исследований; позволяющая работать с электронными изданиями вуза и обеспечивающая доступ в Интернет.