

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-
шего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование прикладных задач

Кафедра прикладной математики факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа:

01.04.01 Математика

Направленность (профиль) программы:

Дифференциальные уравнения

Уровень высшего образования:

магистратура

Форма обучения:

очная

Статус дисциплины:

входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование прикладных задач» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 01.04.01 Математика от 10 января 2018 г. N 12 (Редакция с изменениями N 1456 от 26.11.2020)

Разработчик: кафедра прикладной математики:

Лугуева А.С, к.ф-м.н., доцент,

Рабочая программа дисциплины одобрена:

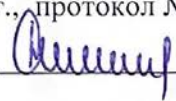
на заседании кафедры прикладной математики ФМиКН

от 22.06.2021 г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Кадиев Р.И.
(подпись)

на заседании Методической комиссии факультета МиКН

от 23.06.2021 г., протокол № 6

Председатель  Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «05» «07» 2021 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование прикладных задач» входит в обязательную часть ОПОП по направлению подготовки 01.04.01 Математика.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук ДГУ кафедрой прикладной математики ФМиКН.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением и освоением материала по осуществлению математического моделирования прикладных задач, включающее приближенное вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло, приближенное решение систем линейных уравнений, прикладные задачи физики и массового обслуживания. Содержание дисциплины направлено на формирование у студентов понимания проблематики современного состояния прикладной математики, актуальных задач, методов их решения и путей развития прикладной математики как науки.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

Общепрофессиональные

- *ОПК-1* - способен формулировать и решать актуальные и значимые проблемы математики

- *ОПК-2* - способен строить и анализировать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении

Профессиональные

- *ПК-1* - способностью к интенсивной научно-исследовательской работе.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *контрольной работы* и промежуточный контроль в форме *зачета*.

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

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
1	108				18			90	зачет

1. Цели освоения дисциплины:

Цель изучения курса «Математическое моделирование прикладных задач» - является введение студентов в проблематику прикладной математики и информатики в области эволюции и принципов построения математических моделей, овладение обучающимися методами и навыками моделирования задач, возникающих на практике в различных прикладных областях.

Конечной целью курса являются: сформировать у студентов представление о современном состоянии науки, ее приложениях и лежащих в ее основе достижениях в области технических и программных средств.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратура

Дисциплина «Математическое моделирование прикладных задач» входит *обязательную часть* ОПОП магистратуры по направлению подготовки 01.04.01 Математика. Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук ДГУ кафедрой прикладной математики ФМиКН.

Дисциплина «Математическое моделирование прикладных задач» изучается в первом семестре первого учебного года и является начальным курсом. Для успешного овладения программой необходимы знания и навыки, полученные магистрантами при изучении программы бакалавриата по дисциплинам: "Теория вероятностей", "Математическая статистика", "Дифференциальные уравнения", "Численные методы".

Изученные в курсе методы могут применяться при изучении таких дисциплин, как «Теория интерполирования» и «Современные методы обработки информации» и при решении различных математических моделей в естествознании.

Освоение дисциплины способствует формированию общепрофессиональных и профессиональных компетенций и взаимодействуют с другими дисциплинами модуля.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен формулировать и решать актуальные и значимые проблемы матема-	ОПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями в области математики.	Знает: важнейшие свойства линейных мер и основных видов интегралов, применяемых в современном анализе; по-	устный опрос, тестирование, письменный опрос

тики		становку различных актуальных и значимых задач современного математического анализа. Умеет анализировать измеримость множеств и функций, существование интегралов, давать двусторонние оценки интегралов, применять их при решении задач фундаментальной и прикладной математики. Владеет основными методами современного математического анализа, в частности, навыками подбора подходящего вида меры и интеграла для адекватного применения в той или иной области математики или естественно-научных дисциплин.	
	ОПК-1.2 - Умеет использовать фундаментальные знания в области математики в профессиональной деятельности	Знает: аспекты информатизации, состояние и перспективы развития информационного общества, современные проблемы и методы прикладной информатики Умеет: проводить анализ современных методов и средств информатики для решения прикладных задач различных классов. Владеет: навыками исследования современных проблем и методов прикладной информатики и развития информационного общества	устный опрос, тестирование, письменный опрос
	ОПК-1.3. - Может осуществить выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.	Знает: аспекты информатизации, состояние и перспективы развития информационного общества, современные проблемы и методы прикладной информатики Умеет: проводить анализ современных методов и средств информатики для решения прикладных задач различных классов. Владеет: навыками исследования современных проблем и методов прикладной ин-	устный опрос, тестирование, письменный опрос

		форматики и развития информационного общества	
ОПК-2. способен строить и анализировать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении	ОПК-2.1. Знает основные принципы математического моделирования, методы построения и анализа математических моделей.	Знает: структуру задач в области математики, теоретической механики, физики, экономики и управления, а также базовые составляющие таких задач. Умеет: анализировать постановку данной математической задачи, необходимость и (или) достаточность информации для ее решения. Владеет: навыками сбора, отбора и обобщения научной информации для математического моделирования в области современного естествознания, экономики и управления	устный опрос, тестирование, письменный опрос
	ОПК-2.2. Умеет модифицировать, анализировать и реализовывать математические модели в задачах естествознания, техники, экономики и управления.	Знает: принципы математического моделирования разнородных явлений, систематизации научной информации в области математики и компьютерных наук; различные виды интегралов; различные определения одного и того же вида интеграла; условия существования того или иного вида интеграла. Умеет: системно подходить к анализу задач на разнородные явления для реализации математических моделей в области естествознания, техники, экономики и управления; создавать модели явлений, процессов и конструкций в форме некоторой функциональной зависимости, в частности, в форме некоторого интеграла, Владеет: навыками анализа и систематизации разнородных явлений путем математических интер-	устный опрос, тестирование, письменный опрос

		претаций и оценок для математического моделирования в области современного естествознания, экономики и	
ПК-1- способностью к интенсивной научно-исследовательской работе		Знает: основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания в области современных проблем прикладной математики и информатики. Умеет: вести корректную дискуссию в профессиональной области, задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы в области современных проблем прикладной математики и информатики Владеет: участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий в области современных проблем прикладной математики и информатики	устный опрос, тестирование, письменный опрос

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лаборат. занятия	Контроль самост. раб	Итоговый контроль	СРС, в том числе зачет	
Модуль 1. Моделирование случайных величин.										

1	Методы моделирования дискретных случайных величин.	9	1-2		4				12	Формы текущего контроля: устные опросы, тестирование, реферат, доклады, Форма промежуточной аттестации: письменная контрольная работа
2	Моделирование непрерывных случайных величин	9	3-4		2				18	
	Итого по 1 модулю.				6				30	36
Модуль 2. Вычисление многократных интегралов.										Формы текущего контроля: устные опросы, тестирование, реферат, доклады, Форма промежуточной аттестации: письменная контрольная работа
3	Приближенное вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.	9	7-8		4				18	
4	Приближенное вычисление СЛАУ методом Монте-Карло.	9	9-10		2				12	
	Итого по 2 модулю				6				30	36
Модуль 3 Моделирование задач физики. Системы массового обслуживания.										Формы текущего контроля: устные опросы, тестирование, реферат, доклады, Форма промежуточной аттестации: письменная контрольная работа
5.	Моделирование задач переноса излучений.	9	13-14		2				18	
6.	Моделирование систем массового обслуживания.	9	15-16		4				12	
	Зачет									
	Итого по 3 модулю.				6				30	36
	ИТОГО				18				90	108

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание практических занятий по дисциплине

Модуль 1. Моделирование случайных величин. Вычисление многомерных интегралов.

Тема 1. Методы моделирования дискретных случайных величин.

1.1. Основные дискретные и непрерывные случайные величины.

1.2. Моделирование на ЭВМ дискретных случайных величин. Стандартный метод. Специальные методы улучшения стандартного алгоритма.

Тема 2. Моделирование непрерывных случайных величин.

Стандартный метод. Моделирование нормального распределения, показательного распределения (2 ч.).

Модуль 2. Вычисление многократных интегралов.

Тема 3. Приближенное вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.

1. Приближенное вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.

2. Методы понижения дисперсии оценок интеграла

Тема 4. Приближенное вычисление СЛАУ методом Монте-Карло.

Решение систем линейных алгебраических уравнений. Вычисление отдельных компонент вектора решения (2 ч.).

Модуль 3. Моделирование задач физики. Системы массового обслуживания.

Тема 5. Моделирование задач переноса излучений.

Основы теории переноса излучений. Цепь Маркова состояний частицы. Элементы траекторий частиц. Моделирование длины пробега, модификации. Моделирование задачи переноса излучений через плоскую пластину. Моделирование без вылета и поглощения.

Тема 6. Моделирование систем массового обслуживания.

1. Системы массового обслуживания (СМО). Классификация СМО. Показатели работы СМО. Поток заявок.

2. Моделирование СМО методом Монте-Карло. Моделирование потока заявок. Вычисление основных характеристик СМО.

5. Образовательные технологии

Практические занятия проводятся с использованием меловой доски и мела и персональных компьютеров. Параллельно материал транслируется на экран с помощью мультимедийного проектора. Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедиа-проектором, экраном, доской, ноутбуком (с программным обеспечением для демонстрации слайд-презентаций).

Для проведения лабораторных занятий необходима аудитория на 15 человек, оснащена доской, компьютерами.

На практических занятиях посредством мультимедийных средств широко используется *демонстрационный материал*, который усиливает ощущения и восприятия обучаемого.

В частности, при изучении дисциплины предусмотрено применение следующих образовательных технологий:

Презентация – представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе.

– *Творческие задания* – самостоятельная творческая деятельность студента, в которой он реализует свой личностный потенциал, демонстрирует умение грамотно и ясно выражать свои мысли, идеи.

– *Компьютерные технологии* (компьютерный опрос, лекция – презентация, доклады студентов в сопровождении мультимедиа);

– *Диалоговые технологии* (опрос, взаимопрос, дискуссия между студентами, дискуссия преподавателя и студентов);

– Технологии на основе метода *опережающего обучения* и др.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются активные и интерактивные формы проведения занятий, в частности, с использованием разнообразных методов организации и осуществления:

– *учебно-познавательной деятельности* (словесные, наглядные и практические методы передачи информации, проблемные лекции и др.);

– *стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности* (дискуссии, самостоятельные исследования по обозначенной проблематике, публикация статьи и др.);

– *контроля и самоконтроля* (индивидуального и фронтального, устного и письменного опроса, экзамена).

– Формы и методы обучения

Форма занятия	Применяемые методы обучения	Виды оценочных средств
Практические занятия	Интерактивные методы: дискуссия; метод анализа конкретной ситуации; метод опережающего обучения. Интерактивная практическая работа (работа с электронными учебниками); групповая форма работы (парами, фронтальная, групповая, индивидуальная, микрогруппы); дискуссия на практическом занятии (публичное обсуждение или свободный вербальный обмен знаниями)	Тестовые задания, вопросы к зачету, вопросы по докладам и др.
Лекционные занятия	Данный вид нагрузки не предусмотрен учебным планом	
Лабораторные занятия	Данный вид нагрузки не предусмотрен учебным планом	
Самостоятельная работа студентов	Метод проектов, организационно-деятельностная игра	Тестовые задания, задания для самостоятельной работы; балльно-рейтинговая оценка качества и уровня студенческих докладов, рефератов и презентаций

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда. Она является формой организации образовательного процесса, стимулирующей активность, самостоятельность и познавательный интерес студентов, а также одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС).

Самостоятельная работа студента выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя и реализуется непосредственно в процессе аудиторных занятий – на практических занятиях, а также вне аудитории – в библиотеке, на кафедре, дома и т.д.

Аудиторная самостоятельная работа студента осуществляется на лекционных в форме выполнения различных заданий и научных работ. Внеаудиторная самостоятельная работа студента традиционно включает такие виды деятельности, как *проработка ранее прослушанного лекционного материала, изучение источника, конспектирование программного материала по учебникам, подготовка доклада, выполнение реферата, поиск наглядного материала, выполнение предложенных преподавателем заданий в виртуальной обучающей системе в режиме on-line и т.д.*

Самостоятельная работа студента должна быть ориентирована на поиск и анализ учебного и научного материалов для подготовки к устному выступлению на семинарском занятии и обсуждения заранее заданных и возникающих в ходе занятия вопросов, написания доклада и научной работы.

Эффективность и конечный результат самостоятельной работы студента зависит от умения работать с научной и учебной литературой, источниками и информацией в сети Интернет по указанным адресам.

При изучении дисциплины «Математическое моделирование прикладных задач» используются следующие виды самостоятельной работы студентов:

1. Самостоятельная работа при подготовке к аудиторным занятиям.

1.1. Подготовка к практическим занятиям. Краткие конспекты лекций по дисциплине вместе с рабочей программой заранее представлены студентам на электронных носителях и информационной среде факультета. Знакомство с этими материалами позволяет заранее ознакомиться с основными положениями предстоящей лекции и активно задавать конкретные вопросы при ее изложении.

1.2. Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела или модулей дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя:

- изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой;
- повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения;
- изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний;
- составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы;
- формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий.

1.3. Подготовка к зачету. Должна осуществляться в течение всего семестра и включать следующие действия: студенту следует перечитать все материалы, которые готовились к занятиям в течение семестра; затем надо соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к экзамену, вновь осмыслить и понять. Если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуется делать краткие записи с целью формирования в сознании четкой логической схемы ответа на вопрос. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента.

2. Внеаудиторная самостоятельная работа.

2.1. Написание реферата с целью расширения научного кругозора, овладения методами теоретического исследования, развития самостоятельности мышления студента. Для этого следует:

- 1) выбрать тему, если она не определена преподавателем;
 - 2) определить источники, с которыми придется работать;
 - 3) изучить, систематизировать и обработать выбранный материал из источников;
 - 4) составить план;
 - 5) написать реферат:
 - обосновать актуальность выбранной темы;
 - указать исходные данные реферируемого текста (название, где опубликован, в каком году), сведения об авторе (Ф. И. О., специальность, ученая степень, ученое звание);
 - сформулировать проблематику выбранной темы;
 - привести основные тезисы реферируемого текста и их аргументацию;
 - сделать общий вывод по проблеме, заявленной в реферате.
- Планируемые результаты данного вида самостоятельной работы:
- способность студентов к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
 - способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь.

2.2. Подготовка доклада с целью расширения научного кругозора, овладения методами теоретического исследования, развития самостоятельности мышления студента.

2.3. Составление глоссария с целью повысить уровень информационный культуры студентов; приобрести новые знания; отработать необходимые навыки в предметной области данного учебного курса.

2.4. Выполнение кейс-задания для формирования умения анализировать в короткие сроки большого объема неупорядоченной информации, принятия решений в условиях недостаточной информации при разборе практических проблемных ситуаций — кейсов, связанных с конкретным событием или последовательностью событий.

2.5. Информационный поиск с целью развития способности к проектированию и преобразованию учебных действий на основе различных видов информационного поиска.

Список современных задач информационного поиска:

- решение вопросов моделирования;
- классификация документов;
- фильтрация, классификация документов;
- проектирование архитектур поисковых систем и пользовательских интерфейсов;
- извлечение информации (аннотирование и реферирование документов);
- выбор информационно-поискового языка запроса в поисковых системах.

2.7. Разработка мультимедийной презентации, целью которой является:

- освоение (закрепление, обобщение, систематизация) учебного материала;

— обеспечение контроля качества знаний; — формирование специальных компетенций, обеспечивающих возможность работы с информационными технологиями; — становление общекультурных компетенций.

Основные виды мультимедийной презентации:

- обучающие и тестовые презентации (позволяют знакомить с содержанием учебного материала и контролировать качество его усвоения);
- презентации электронных каталогов (дают возможность распространять большие объемы информации быстро, качественно и эффективно);
- электронные презентации и рекламные ролики (служат для создания имиджа и распространение информации об объекте);
- презентации — визитные карточки (дают представление об авторе работы);
- бытовые презентации (использование в бытовых целях фотографий и видеоизображений в электронном виде).

Мультимедийные презентации по назначению:

- презентация сопровождения образовательного процесса (является источником информации и средством привлечения внимания слушателей);
- презентация учебного или научно-исследовательского проекта (используется для привлечения внимания слушателей к основной идее или концепции развития проекта с точки зрения его возможной эффективности и результативности применения);
- презентация информационной поддержки образовательного процесса (представляет собой обновление банка литературы, контрольных и тестовых заданий, вопросов к итоговой и промежуточной аттестации);
- презентация-отчет (мультимедийное сопровождение отчета в виде нескольких фрагментов, логически связанных между собой в зависимости от структуры отчета).

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, а.ч.
Текущая СРС	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
подготовка к практическим занятиям	10
подготовка к контрольным работам	10
подготовка и сдача зачета	16
Творческая проблемно-ориентированная СРС	
выполнение научных докладов и рефератов	10
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	14
анализ информации по теме на основе собранных данных	10
Итого СРС:	90

Темы, виды и содержание самостоятельной работы по дисциплине

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы	Кол-во часов	Форма контроля
---	---	---------------------	-----------------------

Модуль 1. Моделирование случайных величин.			
Тема 1. Методы моделирования дискретных случайных величин.	Составление конспекта. Работа с учебной литературой. Подготовка реферата <i>«Основные этапы моделирования прикладных задач»</i>	12	Устный опрос, тестирование
Тема 2 Моделирование непрерывных случайных величин	Составление конспекта. Работа с учебной литературой. Подготовка реферата. <i>«Модели, описываемые системами линейных алгоритмических уравнений. Методы решения СЛАУ»</i>	18	Опрос, оценка выступлений, защита реферата, проверка заданий
Модуль 2. Вычисление многократных интегралов.			
Тема 3. Приближенное вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло	Составление конспекта. Работа с учебной литературой. Подготовка реферата.	18	Опрос, оценка выступлений, защита реферата. Проверка заданий.
Тема 4. Приближенное вычисление СЛАУ методом Монте-Карло	Составление конспекта. Работа с учебной литературой. Подготовка реферата.	12	Опрос, оценка выступлений, защита реферата. Проверка заданий.
Модуль 3 Моделирование задач физики. Системы массового обслуживания.			
Тема 5. Моделирование задач переноса излучений	Составление конспекта. Работа с учебной литературой. Подготовка реферата <i>«Цепи Маркова. Движение элементарных частиц – как марковская цепь взаимодействия частиц с элементами вещества среды».</i>	18	Опрос, оценка выступлений, защита реферата. Проверка заданий.
Тема 6. Моделирование систем массового обслуживания	Составление конспекта. Работа с учебной литературой. Подготовка реферата. <i>«Системы массового обслуживания (СМО). Типы систем. Характеристики СМО. Проблемы моделирования».</i>	12	Опрос, оценка выступлений, защита реферата. Проверка заданий.

Методические разработки для выполнения работ имеются на кафедре ПМ и выдаются студентам методистом кафедры. Учебная литература (учебники, учебные пособия) и информационные ресурсы приведены в п. 8 настоящей "Программы".

1. Назаралиев М.А., Гаджиева Т.В., Фаталиев Н.А. Теория вероятностей и математическая статистика. Часть 1: Теория вероятностей: учебное пособие. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2014. – 192 с.;

2. Назаралиев М.А., Гаджиева Т.В., Фаталиев Н.А. Теория вероятностей и математическая статистика. Часть II. Математическая статистика учебное пособие. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2015. – 155 с.

3. Ахмедов СА., Загиров Н.Ш., Фаталиев Н.К. Пособие по статистической обработке результатов измерений. – Махачкала: Полиграф «Экспресс», 2002. – 116 с.

4. Бейбалаев В.Д., Назаралиев М.А. Динамические системы, описываемые дифференциальными уравнениями с производными дробного порядка. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2012. – 84 с.

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

7.1. Типовые контрольные задания

Задачи и примеры для проведения промежуточного контроля

1. Найти моделирующую формулу для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = c(1+x)$, $0 < x \leq 1$.
2. Написать алгоритм моделирования 5 значений случайной величины ξ - числа очков при бросании игральной кости.
3. Написать алгоритм моделирования 4 значений случайной величины, распределенной по закону Пуассона с параметром $\lambda = 2$.
4. Получить моделирующую формулу стандартного метода для случайной величины ξ с плотностью распределения $f(x) = ce^{-3/2x}$, $0 \leq x < \infty$.
5. Получить формулу моделирования стандартного для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = ce^{-5x}$, $0 \leq x \leq l$.
6. Написать формулу моделирования для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = c|\sin x|$, $-\frac{\pi}{2} \leq x \leq \frac{\pi}{2}$.
7. Написать алгоритм метода исключения для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = cx^{5/3}e^{-x}$, $0 < x$.
8. Написать формулу моделирования для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = c/(1+2x)^2$, $0 \leq x \leq 1$.

9. Методом суперпозиции найти моделирующие формулы для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = 1 - \frac{1}{3}(2e^{-2x} + e^{-3x})$, $0 < x < \infty$.
10. Двумерная дискретная случайная величина задана законом распределения

τ	ξ		
	$x_1 = 0,1$	$x_2 = 0,4$	$x_3 = 0,7$
1	0,2	0,3	0,1
2	0,16	0,18	0,06

- Найти условные законы распределения $P(\tau_j / x_i)$. Написать алгоритм моделирования значений двумерного вектора (ξ, τ) .
11. Получить формулы моделирования двумерного случайного вектора (ξ, τ) с плотностью совместного распределения
- $$f(x, y) = c\sqrt{x^2 + y^2}, \quad 0 \leq x, y \leq 1.$$
12. Найти формулы моделирования двумерного случайного вектора с плотностью распределения $f(x, y) = cx \cdot y^2$, в области, ограниченной прямыми: $x = 0, y = 0, x = 1, y = 2$.
13. Получить формулы моделирования двумерной случайной величины (ξ, τ) с плотностью распределения $f(x, y) = cy$ в области ограниченной прямыми $y = 0, y = x, x = 1$.
14. Написать алгоритм и программу получения псевдослучайных чисел методом серединных квадратов Неймана. Получить 10 значений таких псевдослучайных чисел.
15. Вычислить методом Монте-Карло интеграл

$$I = \int_0^{\pi/2} \sin x dx$$

- а) как площади; б) используя в качестве плотности распределения $f(x)$ - плотность равномерного распределения в интервале $(0, \frac{\pi}{2})$; в) при $f(x) = cx$ (сначала определить постоянную c).
16. Оценка интеграла из примера (15) при условии пункта б) имеет вид
- $$I^* = \pi/2 \cdot \sum_{i=1}^n \sin \xi_i / n, \quad \text{где } \xi_i - \text{случайные числа, равномерно распределенные}$$
- в интервале $(0, \frac{\pi}{2})$. Найти минимальное число испытаний, при котором верхняя граница ошибки $\delta = 0,05$.

17. Вычислить методом Монте-Карло определенный интеграл

$$I = \int_0^2 e^x dx$$

беря в качестве вспомогательной плотность распределения $f(x) = c(1+x)$, $0 \leq x \leq 2$. Сначала определить постоянную c .

18. Написать алгоритм вычисления методом Монте-Карло площади круга, вписанного в квадрат с вершинами $(-1,-1)$, $(-1,1)$, $(1,1)$, $(1,-1)$.

19. Определить приближенное значение числа π с помощью алгоритма задачи (18). Найти такие приближения при различных значениях числа испытаний $n = 100; 10^4; 10^5; 10^6$.

20. В классической задаче Бюффона на геометрические вероятности на разграфленную параллельными линиями поверхность бросается игла длины $l < L$, где L - расстояние между параллельными линиями. Методом Монте-Карло оценить вероятность пересечения иглой какой-либо параллельной линии. Сравнить с точным решением при различных значениях числа испытаний n .

21. Имеется отрезок длины L , на которую случайно ставится две точки x и y . Оценить методом Монте-Карло вероятность построения треугольника из полученных 3-х отрезков. Сравнить с точным решением при различных значениях числа испытаний n .

22. Игра в спортлото. Для участия в этой игре нужно было выбрать (вычеркнуть) 6 номеров из 49 (различных спортивных соревнований). Написать алгоритм случайного выбора (вычеркивания) 6 видов спорта из 49, перенумерованных от 1 до 49.

23. Задача Гюйгенса (Классическая задача теории вероятностей о «разорении игрока»): два игрока A и B продолжают некоторую игру до полного разорения одного из них. Оценить методом Монте-Карло вероятности разорения для каждого игрока, если: 1) начальные капиталы у них соответственно равны a и b рублям, 2) вероятности выигрыша в каждой партии равны соответственно p и q ; 3) выигрыши в каждой партии составляет 1 руб. для одного (для другого, очевидно, проигрыш в 1 руб.).

Значения a, b, p, q выбрать разные. (Например $a=100, b=200, p=0,6; q=0,4$).

Примеры контрольных работ.

Контрольная работа №1

1. Написать формулу моделирования непрерывной случайной величины, равномерно распределить в интервале $(-2,4)$.
2. Получить 5 значений дискретной случайной величины, заданной законом распределения

ξ	0	1	2	3	4
P_i	0,10	0,25	0,20	0,30	0,15

Значения случайной величины α , распределенной равномерно в интервале $(0,1)$, пусть заданы:

$$\alpha_1 = 0,13, \alpha_2 = 0,015, \alpha_3 = 0,423, \alpha_4 = 0,911, \alpha_5 = 0,722.$$

3. Написать алгоритм метода исключения для моделирования непрерывной случайной величины ξ с плотностью распределения $f(x) = cx^2, 0 \leq x \leq 3$.
4. Случайная величина ξ - число появления события A в 5 независимых испытаниях с вероятностью появления события A в каждом испытании, равной 0,4.
Составить ряд распределения ξ и написать алгоритм ее моделирования.
5. Двумерный случайный вектор (ξ, τ) задан следующим законом распределения:

τ	ξ		
	$x_0 = 0$	$x_1 = 1$	$x_2 = 2$
1	0,02	0,14	0,28
2	0,02	0,18	0,36

Пусть ξ и τ – независимы.

Написать алгоритм моделирования этого случайного вектора.

Контрольная работа №2

1. Написать формулу способа «выделения главной части» для вычисления интеграла $I = \int_0^{\pi/2} \sin x dx$.
2. Написать алгоритм метода исключения для моделирования непрерывной случайной величины ξ с плотностью

$$f(x) = c(1+x), 1 \leq x \leq 3.$$

3. Из точки $x=0$ движется частица по оси ox , делая шаг, равный 1 см, вправо с вероятностью $p=0,6$ и влево с вероятностью $q=0,4$, в каждой точке. В точках $x=-5$ и $x=10$ расположены отражающие экраны. Напи-

сать алгоритм метода Монте-Карло для определения положения частицы после n шагов.

4. Имеется одноканальная система массового обслуживания, в который поступает пуассоновский поток заявок. Время между двумя последовательными заявками распределено по показательному закону: $f(t) = 0,3e^{-0,3t}$, $0 < t < \infty$. Время обслуживания каждой заявки постоянно и равно $\tau = 1$ мин. Написать алгоритм метода Монте-Карло для оценки числа обслуженных заявок за время $T=30$ мин.

Вопросы для самоконтроля и подготовки к зачету

1. Для чего используются методы математического моделирования?
2. Основные этапы математического моделирования.
3. Виды случайных величин. Какие случайные величины называются дискретными? Какие случайные величины называются непрерывными?
4. Функция распределения и ее свойства.
5. Непрерывные случайные величины. Основные распределения: равномерное в интервале (a,b) , равномерное в $(0,1)$; показательное, нормальное распределения. Применения. Функция распределения и плотность распределения.
6. Законы больших чисел.
7. Центральная предельная теорема теории вероятностей.
8. Общая схема метода статистического моделирования.
9. Задача моделирования случайных величин. Роль равномерной в $(0,1)$ случайной величины.
10. Построение математической модели задачи, как основной этап моделирования.
11. Корректировка математической модели на основе численного моделирования и анализа полученных результатов.
12. Приближенное моделирование нормального распределения.
13. Задача статистического оценивания неизвестных параметров распределения на примере решения задач теории переноса излучений.
14. Системы массового обслуживания. Классификация СМО. Характеристики работы СМО.
15. Моделирование СМО методом Монте-Карло.
16. Задача оптимизации алгоритмов метода М-К.
17. Общие принципы построения алгоритмов и программ решения различных задач методом М-К.

Темы рефератов.

1. Предельные теоремы теории вероятностей и их практическое значение.
2. Случайные величины. Основные дискретные и непрерывные распределения. Свойства функции распределения. Числовые характеристики.
3. Основные этапы моделирования прикладных задач.

4. Основы метода статистического моделирования. Сведение решения задачи к вычислению математического ожидания.
5. О точности метода Монте-Карло.
6. Методы понижения дисперсии при оценке интегралов методом Монте-Карло.
7. Общая схема моделирования процесса переноса методом Монте-Карло. Моделирование элементов траекторий.
8. Цепи Маркова. Движение элементарных частиц – как марковская цепь столкновений частицы с элементами вещества среды.
9. Описание систем линейных алгебраических уравнений. Метод простых итераций. Алгоритм метода Монте - Карло для решения СЛАУ.
10. Системы массового обслуживания (СМО). Типы систем. Проблемы моделирования. Характеристики СМО.

7.2. 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 - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 50 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных и лабораторных работ – 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 40 баллов,
- письменная контрольная работа - 60 баллов

Критерии оценки знаний студентов

100 баллов – студент показал глубокие и систематизированные знания учебного материала по теме; глубоко усвоил учебную литературу; хорошо знаком с научной литературой; активно использовал материалы из первоисточников; цитировал различных авторов; принимал активное участие в обсуждении узловых вопросов на всём протяжении семинарского занятия; умеет глубоко и всесторонне анализировать те или иные исторические события; в совершенстве владеет соответствующей терминологией; материал излагает чётко и лингвистически грамотно; отличается способностью давать собственные оценки, делать выводы, проводить параллели и самостоятельно рассуждать.

90 баллов – студент показал полные знания учебно-программного материала по теме; хорошо усвоил учебную литературу; знаком с научной литературой; использовал материалы из первоисточников; цитировал различных авторов; принимал активное участие в обсуждении узловых вопросов; проявил способность к научному анализу материала; хорошо владеет соответствующей терминологией; материал излагается последовательно и логично; отличается способностью давать собственные оценки, делать выводы, рассуждать; показал высокий уровень исполнения заданий, но допускает отдельные неточности общего характера.

80 баллов – студент показал достаточно полное знание учебно-программного материала; усвоил основную литературу, рекомендованную программой; владеет методом комплексного анализа; показал способность аргументировать свою точку зрения с использованием материала из первоисточников; правильно ответил практически на все во-

просы преподавателя в рамках обсуждаемой темы; систематически участвовал в групповых обсуждениях; не допускал в ответе существенных неточностей.

70 баллов – студент показал достаточно полное знание учебного материала, не допускал в ответе существенных неточностей, активно работал на семинарском занятии, показал систематический характер знаний по дисциплине, цитирует первоисточники, но не может теоретически обосновать некоторые выводы.

60 баллов – студент обладает хорошими знаниями по всем вопросам темы занятия, не допускал в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнил основные предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, отличается достаточной активностью на семинарском занятии; умеет делать выводы без существенных ошибок, но при этом не дан анализ информации из первоисточников.

50 баллов – студент усвоил лишь часть программного материала, вместе с тем ответ его стилистически грамотный, умеет логически рассуждать; допустил одну существенную или несколько несущественных ошибок; знает терминологию; умеет делать выводы и проводить некоторые параллели.

40 баллов – студент знает лишь часть программного материала, не отличался активностью на семинарском занятии; усвоил не всю основную литературу, рекомендованную программой; нет систематического и последовательного изложения материала; в ответах допустил достаточное количество несущественных ошибок в определении понятий и категорий, дат и т.п.; умеет делать выводы без существенных ошибок; наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

30 баллов – студент имеет недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знает лишь отдельные вопросы темы, кроме того допускает серьезные ошибки и неточности; наличие в ответе стилистических и логических ошибок.

20 баллов – у студента лишь фрагментарные знания или отсутствие знаний по значительной части заданной темы; не знает основную литературу; не принимал участия в обсуждении вопросов по теме семинарского занятия; допускал существенные ошибки при ответе; студент не умеет использовать научную терминологию дисциплины; наличие в ответе стилистических и логических ошибок.

10 балл — отсутствие знаний по теме или отказ от ответа.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла по дисциплине с учётом итогового контроля в балльную систему.

0 – 50 баллов – «незачтено»;

51 - 100 баллов – «зачтено».

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) Основная литература:

1. Ашихмин В.Н. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Ашихмин, М.Б. Гитман, И.Э. Келлер. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2004. — 439 с. — 5-94010-272-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9063.html> (15.05.2021.)
2. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Статистическое моделирование. М.: Наука, 1982.
3. Назаралиев М.А. Статистическое моделирование радиационных процессов в атмосфере. Новосибирск: Наука, 1991.
4. Михайлов Г.А., Войтишек А.В. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло. М.: Академия, 2006. – 368 с.

б) дополнительная литература:

1. Марчук Г.И., Михайлов Г.А., Назаралиев М.А. и др. «Метод Монте-Карло в атмосферной оптике». Новосибирск: Наука, 1976.
2. Михайлов Г.А. Оптимизация весовых методов Монте-Карло. М.: Наука, 1987.
3. Мышкис, А.Д. Прикладная математика для инженеров. Специальные курсы : учебное пособие / А.Д. Мышкис. - 3-е изд. - Москва : Физматлит, 2006. - 688 с. - ISBN 978-5-9221-0747-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75705> (12.05.2021)
4. Тихонов А.Н., Костомаров Д.П. Вводные лекции по прикладной математике. М.: Наука. 1984. – 192 с.
5. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: Учебное пособие. Изд. 3-е, испр. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 144 с.
6. Мицель А.А. Математическое моделирование прикладных задач. Методические указания по самостоятельной работе студентов по специальности "01.04.02 – Прикладная математика и информатика" / А.А. Мицель. – Томск: ТУСУР, 2012. – 8 с.

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

1. Университетская библиотека online : [электронно-библиотечная система] / ООО «ДиректМедиа». — Москва, 2001 — . — URL: <http://www.biblioclub.ru> (дата обращения: 01.06.2021). — Режим доступа: по подписке. — Текст: электронный
2. .eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 — . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.06.2021). — Яз. рус., англ.
3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. — Махачкала, 2010 — Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.6.2021).
4. Book.ru : электронно-библиотечная система / ООО «КноРус Медиа». — Москва, 2010 — . — URL: <https://www.book.ru/> (дата обращения: 13.06.2021). — Режим доступа: по подписке. — Текст: электронный.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература».

Для успешного освоения курса студентам рекомендуется проводить самостоятельный разбор материалов семинарских занятий в течении семестра. В случае затруднений в понимании и освоении каких-либо тем решать дополнительные задания из учебных пособий, рекомендуемых к данному курсу.

Важнейшей задачей учебного процесса в университете является формирование у студента общекультурных и профессиональных компетенций, в том числе способностей к саморазвитию и самообразованию, а также умений творчески мыслить и принимать решения на должном уровне. Выработка этих компетенций возможна только при условии активной учебно-познавательной деятельности самого студента на всём протяжении образовательного процесса с использованием интерактивных технологий.

Такие виды учебно-познавательной деятельности студента как лекции, семинарские занятия и самостоятельная работа составляют систему вузовского образования.

Лекция является главным звеном дидактического цикла обучения в отечественной высшей школе. Несмотря на развитие современных технологий и появление новых методик обучения лекция остаётся основной формой учебного процесса. Она представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, разбор какой-либо узловой проблемы. Вузовская лекция ориентирована на формирование у студентов

информативной основы для последующего глубокого усвоения материала методом самостоятельной работы, призвана помочь студенту сформировать собственный взгляд на ту или иную проблему.

При изучении дисциплины рекомендуется рейтинговая технология обучения, которая позволяет реализовать комплексную систему оценивания учебных достижений студентов. Текущие оценки усредняются на протяжении семестра при изучении модулей. Комплексность означает учет всех форм учебной и творческой работы студента в течение семестра.

Рейтинг направлен на повышение ритмичности и эффективности самостоятельной работы студентов. Он основывается на широком использовании тестов и заинтересованности каждого студента в получении более высокой оценки знаний по дисциплине.

Рейтинговый балл студента на каждом занятии зависит от его инициативности, качества выполненной работы, аргументированности выступления, характера использованного материала и т.д. Уровень усвоения материала напрямую зависит от внеаудиторной самостоятельной работы, которая традиционно такие формы деятельности, как выполнение письменного домашнего задания, подготовка к разбору ранее прослушанного лекционного материала, подготовка доклада и выполнение реферата.

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

Информационные средства обучения: электронные учебники, презентации, технические средства предъявления информации (многофункциональный мультимедийный комплекс) и контроля знаний (тестовые системы). Электронные ресурсы Научной библиотеки ДГУ. Электронно-образовательные ресурсы Дагестанского государственного университета.

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: WINDOWSXP, пакет MSOFFICE 2007.

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

Реализация учебной дисциплины требует наличия типовой учебной аудитории с возможностью подключения технических средств: аудиовизуальных, компьютерных и телекоммуникационных (*лекционная аудитория № 3-62, оборудованная многофункциональным мультимедийным комплексом, видеомонитором и персональным компьютером, аудитории №3-60 и №3-64 оборудованные персональными компьютерами, имеющими доступ в Интернет*)