

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование систем, подверженных случайным воздействиям

Образовательная программа бакалавриата

01.03.02-Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) программы
Математическое моделирование и вычислительная математика


Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в факультативный часть ОПОП

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины "Моделирование систем, подверженных случайным воздействиям" составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 -Прикладная математика и информатика 10 января 2018 г. № 9.

Разработчик: кафедра прикладной математики, Кадиев Р.И. д.ф.-м.н. профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры прикладной математики от «25» февраля 2022 г.,
протокол № 6
Зав. кафедрой  Кадиев Р.М.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «24» марта 2022 г., протокол № 4.

Председатель  Ризаев М.К.

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

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина "Моделирование систем, подверженных случайным воздействиям» входит в факультативный часть образовательной программы *бакалавриата* по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современной теорией моделирования систем, подверженных случайным воздействиям, усвоением основных элементов теории стохастических уравнений, а также знакомством с современными проблемами теории моделирование систем, подверженных случайным воздействиям.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

универсиональных - УК-1;

общефессиональных – ОПК-2.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме коллоквиума.

Объем дисциплины 1 зачетная единица, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						
		из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
6	36	32					4	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Моделирование систем, подверженных случайным воздействиям" являются: знакомство с теорией математическое моделирование различных процессов и применением стохастических дифференциальных уравнений, как обобщение обыкновенных дифференциальных уравнений, умение моделировать процессы, подверженных случайным воздействиям и решать простейшие стохастические дифференциальные уравнения, изучение различных методов исследования качественных свойств решений стохастических дифференциальных уравнений, установление связи с

другими математическими дисциплинами; привить обучающимся умение самостоятельно изучать учебную и научную литературу по математике

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.

Дисциплина "Моделирование систем, подверженных случайным воздействиям" входит в факультативную часть программы *бакалавриата* по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика. Знания по *теории случайных процессов* необходимы для данной специальности, как для освоения различных смежных дисциплин, так и крайне нужны для создания математических моделей *процессов, подверженных случайным воздействиям*, для последующего их решения, выбора из полученных решений тех решений, которые имеют прикладной смысл.

Изучение стохастических дифференциальных уравнений предполагает хорошее знание *теории вероятностей, математической статистики, элементов функционального анализа, линейной алгебры, интеграла Стильбеса, теории меры и теории случайных процессов.*

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации. применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает принципы сбора, обработки и обобщения информации.	Знает: структуру задач в различные области. Умеет: анализировать постановку данной математической задачи. Владеет: навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в различных областях математики.	Контрольные работы, лабораторные работы, экзамен
	УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных	Знает: принципы математического моделирования разнородных явлений, Умеет: системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и	

	<p>видов профессиональной деятельности.</p>	<p>компьютерных наук. Владеет: навыками систематизации разнородных явлений.</p>	
	<p>УК-1.3. Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска создания научных текстов.</p>	<p>Знает: современные методы сбора и анализа научного материала. Умеет: применять современные методы и средства анализа и систематизации научных данных. Владеет: навыками и пользования информационных технологий.</p>	
<p>ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки реализации алгоритмов решения прикладных задач</p>	<p>ОПК-2.1. Владеет навыками использования математического аппарата и системы программирования для решения прикладных задач.</p>	<p>Знает: достаточно обширно методы решения прикладных задач с использованием математического аппарата и системы программирования. Умеет: определять цель и задачи, методы решения прикладных задач. Владеет: методикой и навыками использования математического аппарата и системы</p>	<p>Контрольные работы, лабораторные работы, экзамен</p>
	<p>ОПК-2.2. Умеет решать различные прикладные задачи, используя существующие математические методы и системы программирования.</p>	<p>Знает: основные методы методы решения прикладных задач. Умеет: использовать методы математического аппарата и системы программирования. при решения различных задач прикладного характера. Владеет: навыками решения конкретных задач прикладного характера в соответствии с выбранной методикой.</p>	

	<p>ОПК-2.3. Имеет практический опыт исследований прикладных задач.</p>	<p>Знает: различные методы решения прикладных задач с использованием математического аппарата и системы программирования. Умеет: анализировать современные научные достижения в области исследований прикладных задач. Владеет: навыками самостоятельной научно-исследовательской работы в области теории вероятностей и математической статистики, исследования операций, методов оптимизации, численных методов.</p>	
--	---	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 1 зачетная единица, 36 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Общ. Тр.	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лаб. Раб.	Сам. раб	Подг. к экз.			
Модуль 1.				32			4		36		
1	Основные понятия теории вероятностей.	6	1, 2	4					4	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование,	
2	Основные понятия теории случайных	6	3-5	4					4		

	процессов.									лабораторная работа, проверка групп журнала
3	Интеграл Ито, формула Ито	6	6-8	6			2		8	
4	Модели финансовых процессов.	6	9-11	6			2		8	
5	Модели ГСБ-1. Броуновское движение	6	12-14	6					6	
6	Дифференциальные уравнения Ито.	6	15-17	6					6	
	ИТОГО:			32			4		36	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1.

Тема 1. Основные понятия теории вероятностей.

Вероятностное пространство. Независимость событий. Схема Бернулли. Случайные величины и их числовые и функциональные характеристики. Основные виды распределений. Многомерные случайные величины.

Тема 2. Основные понятия теории случайных процессов.

Определение случайного процесса. Характеристики случайных процессов. Траектории и реализация случайных процессов. Марковские случайные процессы. Винеровский процесс.

Тема 3. Интеграл Ито.

Понятие интегралов Римана, Лебега и Стильеса. Построение интеграла Ито. некоторые свойства интеграла Ито.

Тема 4. Формула Ито.

Формула Ито для одномерного случая, Многомерная формула Ито. Вычисление некоторых интегралов Ито, используя формулу Ито.

Тема 5. Модели финансовых процессов.

Объект исследования финансовой эконометрики. Временные ряды финансовых процессов. Гипотезы финансовой эконометрики.

Тема 6. Модели ГСБ-1. Броуновское движение.

Модели ГСБ-1. Броуновское движение. модели временных рядов финансовых показателей.

Тема 7. Дифференциальные уравнения Ито.

5. Образовательные технологии.

Лекции проводятся с использованием аудитории, оснащенной мультимедиа-проектором, экраном, доской, ноутбуком (с программным обеспечением для демонстрации слайд-презентаций), а также меловой доски и мела. Семинарские занятия проводятся с использованием мела и меловой доски. Параллельно материал транслируется на экран с помощью мультимедийного проектора. Для проведения семинарских занятий необходима аудитория на 25 человек, оснащённая доской.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

№	Виды самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечения
1	Изучение рекомендованной литературы	Устный опрос по разделам дисциплины	См. разделы 8, 9 данного документа
2	Решение задач	Проверка домашнего задания	См. разделы 8, 9 данного документа
3	Выполнение домашних самостоятельных заданий.	Зачет по выполненному заданию	См. разделы, 8, 9 данного документа
4	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме ответов на заранее объявленные вопросы	См. разделы, 8, 9 данного документа

Задания для проверочной работы, самостоятельной работы, домашние задания содержатся в пособиях, указанных в списке учебной литературы [1]-[8].

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

7.1. Типовые контрольные задания.

Контрольная работа 1

1. Случайный процесс $x(t)$ задается уравнением $x(t) = t^2 + \xi(\omega), t \geq 0$, где $\xi(\omega)$ - случайная величина равномерно распределенная на отрезке $[-2, 2]$. Описать множество траекторий и сечений случайного процесса $x(t)$.
2. Найти характеристики случайного процесса $x(t) = \xi(\omega) \sin t + \cos t, t \geq 0$, где $\xi(\omega)$ - случайная величина с характеристиками $M(\xi) = 3, D(\xi) = 0, 2$.

Контрольная работа 2

1. Вычислить Интегралы Ито $\int_0^t W(s) dW(s), \int_0^t (W(s) + W(s)^3) dW(s)$.
2. Решить дифференциальное уравнение Ито
 - а) $dx(t) = tx(t)dt + 4dW(t), t \geq 0$,
 - б) $dx(t) = tx(t)dt + 4x(t)dW(t), t \geq 0$,

$$в) dx(t) = tx(t)dt + 4x(t)dW(t) + tdt, t \geq 0.$$

Контрольные вопросы

Тема 1.

1. Дать определение вероятностного пространства.
2. Дать определение случайной величины и их числовых и функциональных характеристик.

Тема 2.

1. Дать определение случайного процесса и характеристик случайных процессов.
2. Дать определение Марковского случайные процессы.
3. Дать определение Винеровского процесса.

Тема 3

1. Дать определение интегралов Римана, Лебега и Стильтеса.
2. Как строится интеграл Ито.
3. Указать свойства интеграла Ито.

Тема 4.

1. Формула Ито для одномерного случая.
2. Вычисление некоторых интегралов Ито, используя формулу Ито.

Тема 5.

1. Что является объектом исследования финансовой эконометрики.
2. Временные ряды финансовых процессов.
3. Гипотезы финансовой эконометрики.

Тема 6.

1. Модели ГСБ-1.
2. Броуновское движение.
3. Модели временных рядов финансовых показателей.

Тема 7.

1. Определение дифференциального уравнения Ито.
2. Существование и единственность решения для дифференциального уравнения Ито.

Тема 8.

1. Определение линейного дифференциального уравнения Ито.
2. Формула Коши для решений линейных дифференциальных уравнений Ито.

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

1. Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 30 % и промежуточного контроля – 70 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

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

2. Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- собеседование - 30 баллов,
- письменная контрольная работа - 40 баллов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Шихеева В.В. Теория случайных процессов [Электронный ресурс] :марковские цепи. Учебное пособие / В.В. Шихеева. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2013. — 70 с. — 978-5-87623-736-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56202.html>
2. Вентцель Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. М: Изд-во КНОРУС, 2014, - 448 с.
3. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. М: Лань, 2011, 463 с.
4. Оксендаль Б. Стохастические дифференциальные уравнения (введение в теорию и приложения). М; Мир, 2003 - 406 с.
5. Розов А.К. Стохастические дифференциальные уравнения и их применение [Электронный ресурс] / А.К. Розов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Политехника, 2016. — 306 с. — 978-5-7325-1092-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59722.html>
6. Ватанабэ С., Икэда Н. Стохастические дифференциальные. - Москва: Наука, 1981 - 445 с.
7. Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения и их приложения. - Киев: Наукова думка, 1982 - 611 с.
8. Тихомиров Н.П., Дорохина Е.Ю. Эконометрика - Москва: Экзамкень 2003 510 с.

б) дополнительная литература

1. Семаков С.А. Элементы теории вероятностей и случайных процессов. М: Физматлит, 2011, 232 с.
2. Хрущева И.В., Щербаков В.И., Леванова Д.С. Основы математической статистики и теории случайных процессов. М: Из-во Лань, 2009, 320 с.
3. Волков И.К., Зуев С.М., Цветкова Г.М. Случайные процессы. М: Изд-во МГТУ, 2003, 360 с.
4. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций. Учебное пособие под ред. А.А. Свешникова. М: Лань, 2008 – 448 с.

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

1. Федеральный портал российское образование <http://edu.ru>;
2. Электронные каталоги Научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru/?q=node/256>;
3. Образовательные ресурсы сети Интернет <http://catalog.iot.ru/index.php>;
4. Электронная библиотека <http://elib.kuzstu.ru>.

5. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. «Численные методы. Теория. Алгоритмы. Программы». Учебное пособие. Самара, 2008. <http://pouts.psuti.ru/wp-content/uploads/Числ.методы.pdf>
6. . <http://www.twirpx.com/files/informatics/os/lectures>.
7. zyurvas.narod.ru/bibteorstp.roc.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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.

Рекомендуется самостоятельно повторять материал, пройденный во время лекций с подробным разбором доказательств теорем.

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

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: пакеты для решения задач математического программирования: Mathcad, Delphi, Matlab.

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

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий.