

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»**

Физико-математический факультет



Р.А. Бостанов

2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Модели случайных процессов

Специальность:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Отрасль науки: физико-математические; технические

Форма обучения: очная

Год начала подготовки -2022

Карачаевск, 2023

Составитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Лайпанова З.М.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математического анализа на 2023-2024 уч. год.

Протокол № 10 от 30.06. 2023 г.

Заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент



Лайпанова З.М.

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. Наименование дисциплины (модуля)..... | 4 |
| 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине..... | 4 |
| 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы..... | 5 |
| 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся..... | 5 |
| 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий..... | 6 |
| 5.1. Содержание по видам учебных занятий..... | 6 |
| 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)..... | 8 |
| 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)..... | 8 |
| 7.1. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачет)..... | 8 |
| 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины..... | 9 |
| 8.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)..... | 10 |
| 9.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем..... | 11 |
| 10.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 11 |
| 11.Лист регистрации изменений..... | 12 |

Дисциплина «Модели случайных процессов» базируется на знаниях, имеющихся у аспирантов после получения высшего профессионального образования, для качественного усвоения дисциплины аспирант должен знать теорию вероятностей, математическую статистику, уметь пользоваться научной литературой, иметь навыки работы на персональном компьютере.

1. Наименование дисциплины (модуля)

Модели случайных процессов.

Целью изучения дисциплины:

- изучение базовых понятий, математических основ теории случайных процессов;
- моделирование случайных процессов на ЭВМ, определение оценок числовых характеристик случайных функций;
- получение базовых знаний и формирование основных навыков по теории случайных процессов, необходимых для решения задач, возникающих в математическом обеспечении прикладной экономической деятельности;
- развитие понятийной теоретико-вероятностной базы и формирование соответствующего технического уровня вероятностной подготовки, необходимых для понимания основ теории случайных процессов и её применения к моделированию процессов экономического и финансового содержания.
- в результате изучения дисциплины «Модели случайных процессов» аспиранты должны владеть основными математическими понятиями курса; уметь использовать теоретико-вероятностный аппарат для решения теоретических и прикладных задач экономики и финансов; уметь решать типовые задачи, иметь навыки работы со специальной математической литературой

Задачи для достижения поставленной цели:

приобретение знаний и умений, позволяющих в дальнейшем заниматься научной и прикладной деятельностью, направленной на построение биологических моделей и прогнозирование биологических процессов на основании обработки данных и проведенных исследований. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

ЗНАТЬ:

1. Основные методы научно-исследовательской деятельности.
2. Возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.
3. Способы использования базовых теоретических знаний для решения профессиональных задач;

4. Методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
5. Основы интеллектуальной собственности и международного права в области работы с информацией и с численными методами.

УМЕТЬ:

1. Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач.
2. Выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.
3. Разрабатывать компьютерно-ориентированные вычислительные алгоритмы решения прикладных задач;
4. Реализовывать математические методы на компьютере путем программирования;
5. При решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений.

ВЛАДЕТЬ:

1. Навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.
2. Приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования
3. Информацией по данной дисциплине на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения;
4. Навыками применения на практике базовых профессиональных навыков;
5. Способностью применять программные математические пакеты для реализации математических методов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Модели случайных процессов» входит в образовательный компонент образовательной программы высшего образования в аспирантуре и является обязательной дисциплиной. Изучается во 2 семестре. Индекс в учебном плане 2.1.10.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет **2** ЗЕТ.

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Объем дисциплины | Всего часов |
|-------------------------|--------------------|

| | для очной формы обучения |
|--|--------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины | 72 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего) | 36 |
| Аудиторная работа (всего): | 36 |
| в том числе: | |
| лекции | 18 |
| семинары, практические занятия | 18 |
| практикумы | - |
| Лабораторные работы | - |
| Внеаудиторная работа: | |
| В том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем: | - |
| курсовое проектирование | - |
| групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем) | - |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | 36 |
| Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен) | зачет |

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание по видам учебных занятий

ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ

| п/п | Раздел, тема, содержание темы дисциплины | Общая трудоемкость (в часах) | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | | Формы текущего контроля | |
|-----|--|------------------------------|---|------------------------|-----|------|-------------------------|-----------|
| | | | Всего | Аудиторные уч. занятия | | | | Сам. раб. |
| | | | | Лек. | Пр. | Лаб. | | |
| 1 | Вероятностное пространство. Случайный процесс как семейство случайных величин, определенных на одном вероятностном пространстве. | 6 | 2 | 2 | | 2 | Решение задач | |
| 2 | Конечномерные распределения случайного процесса. Эквивалентность двух случайных процессов. | 6 | 2 | | | 4 | Решение задач | |
| 3 | Математическое ожидание, дисперсия и | 4 | | 2 | | 2 | Решение задач | |

| | | | | | | | |
|----|--|---|---|---|--|---|---------------------|
| | корреляционная функция случайного процесса. | | | | | | |
| 4 | Нормированная корреляционная функция и ее свойства. | 6 | 2 | | | 4 | Решение задач |
| 5 | Примеры на вычисление корреляционной функции | 4 | | 2 | | 2 | Решение задач |
| 6 | Виды сходимости в вероятностном пространстве: по вероятности, с вероятностью 1, в среднеквадратичном, по распределению. Соотношения между видами сходимости | 4 | | 2 | | 2 | Решение задач |
| 7 | Непрерывность и дифференцируемость случайного процесса | 4 | 2 | | | 2 | Составление моделей |
| 8 | Необходимые и достаточные условия непрерывности и дифференцируемости случайного процесса в среднеквадратичном приближениях | 4 | 2 | | | 2 | тест |
| 9 | Стационарные случайные процессы. Стационарность в узком и широком смысле. Примеры. Нормальные случайные процессы. Конечномерные распределения нормального процесса. Стационарный нормальный процесс | 6 | | 2 | | 4 | тест |
| 10 | Марковские случайные процессы. Условная плотность распределения и ее вероятностный смысл | 6 | 2 | 2 | | 2 | Решение задач |
| 11 | Свойство конечномерной плотности распределения марковского процесса. Уравнение Колмогорова-Чепмена. Винеровский и пуассоновский процессы и их свойства. Примеры финансово-экономического содержания. | 4 | 2 | | | 2 | Решение задач |
| 12 | Интегрирование случайных процессов в среднеквадратичном. Стохастические интегралы и дифференциалы. | 4 | | 2 | | 2 | Решение задач |
| 13 | Формула замены переменных в стохастическом интеграле. Стохастические дифференциальные уравнения. Примеры финансово-экономического содержания. | 4 | 2 | | | 2 | Решение задач |
| 14 | Определение, физический смысл спектральной плотности и ее связь с корреляционной функцией | 4 | | 2 | | 2 | Решение задач |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|----|----|----|---|----|---------------|
| | случайного процесса. | | | | | | |
| 15 | Линейная динамическая система под действием случайных возмущений. Формула Хинчина | 6 | 2 | 2 | | 2 | Решение задач |
| Всего по видам учебных занятий | | 72 | 18 | 18 | - | 36 | |

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Помимо рекомендованной основной и дополнительной литературы, в процессе самостоятельной работы студенты могут пользоваться следующими методическими материалами:

Методические материалы находятся в открытом доступе на кафедре математического анализа и в ауд. №27.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачет) по дисциплине Модели случайных процессов

1. Основные понятия математической статистики.
2. Способы построения оценок.
3. Что такое точечная оценка и каковы ее желательные свойства?
4. Дайте определение несмещенности, состоятельности и эффективности оценок.
5. Что такое интервальная оценка? Как она строится?
6. Как строятся доверительные интервалы для оценки математического ожидания нормального распределения?
7. Как строятся доверительный интервал для оценки среднего квадратичного отклонения нормального распределения.
8. Основные понятия статистической проверки гипотез.
9. Ошибки первого и второго рода. Уровень значимости, мощность критерия.
10. Критерий для проверки гипотезы о вероятности события.
11. Критерий для проверки гипотезы о математическом ожидании (дисперсия генеральной совокупности известна).

Доверительные интервалы для коэффициентов и функции регрессии. Оценка значимости множественной регрессии

1. Критерий для проверки гипотезы о математическом ожидании (дисперсия генеральной совокупности неизвестна).
2. Критерий проверки гипотезы о равенстве дисперсии гипотетическому значению.
3. Критерий для проверки гипотезы о сравнении двух дисперсий.
4. Критерий для проверки гипотезы о сравнении двух математических ожиданий (дисперсии генеральных совокупностей известны).
5. Критерий для проверки гипотезы о сравнении двух математических ожиданий (дисперсии генеральных совокупностей неизвестны).
6. Проверка гипотезы о нормальном распределении.
7. Проверка гипотезы о равномерном распределении.
8. Выборочный метод математической статистики. Генеральная совокупность и выборка. Основные принципы отбора данных.

9. Вариационный и статистический ряды. Гистограмма и статистическая функция распределения. Нахождение характеристик выборки: выборочного среднего, дисперсии и стандартного отклонения.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная учебная литература:

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей, М.: Высшая школа, 1998.
2. Семаков С.Л. Выбросы случайных процессов, М.: Наука, 2005
3. Семаков С.Л. Случайные процессы: введение в теорию и приложения, М: Финакадемия, 2004
4. Волков И.К., Зуев С.М., Цветкова Г.М. Случайные процессы, М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.

Дополнительная учебная литература:

1. Лидбеттер М. Стационарные случайные процессы. М.: Мир, 1969.
2. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения, т. 1,2. М.: Мир, 1984..
3. Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. М.: Советское радио, 1977.

Ресурсы ЭБС.

1. Дифференциальные уравнения: практикум / Л.А. Альсевич, С.А. Мазаник, Г.А. Расолько, Л.П. Черенкова. - Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 384 с. - ISBN 978-985-06-2111-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135999> (22.11.2016).
2. Асташова, И.В. Дифференциальные уравнения / И.В. Асташова, В.А. Никишкин. - М.: Евразийский открытый институт, 2011. - Ч. 2. - 108 с. - ISBN 978-5-374-00487-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90342> (22.11.2016).
3. Коврижных, А.Ю. Дифференциальные и разностные уравнения / А.Ю. Коврижных, О.О. Коврижных; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 150 с. - ISBN 978-5-7996-1341-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275742> (22.11.2016).
4. Васильева, А.Б. Дифференциальные и интегральные уравнения. Вариационное исчисление в примерах и задачах / А.Б. Васильева, Г.Н. Медведев, Н.А. Тихонов. - М.: Физматлит, 2005. - 214 с. - ISBN 5-9221-0628-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123> (22.11.2016).

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://e.lanbook.ru>.
2. <http://exponenta.ru/map.asp>
3. knigafund.ru.
4. math-portal.ru.
5. <http://www.mailcleanerplus.com/profit/elbib/obrlib.php> – электронная библиотека;
6. www.edu.ru/db/portal/spe/index.htm – федеральный портал российского образования.

8.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические указания по изучению дисциплины являются комплексом рекомендаций и разъяснений для аспиранта, которые позволяют ему должным и оптимальным образом организовать процесс изучения дисциплины.

| Виды учебных занятий и формы контроля | Организация деятельности студента (Методические рекомендации) |
|--|---|
| Лекция | <p>Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, фактов, обобщений; выделение ключевых слов, терминов, понятий. Обозначение вопросов, терминов, материала, вызывающего трудности. Нахождение ответов на вопросы лекционного материала. Для этого проработать материалы лекции с учебной и научной литературой. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p> <p>Общее время отводимое на содержательную проработку лекционного материала, в том числе самостоятельно и контактную работу с преподавателем – 1,5 часа.</p> |
| Практические занятия | <p>При подготовке к практическим занятиям, проработать теоретический материал лекций. Особое внимание уделить формулам, понятиям, теоремам, их взаимосвязям. Выполнить несколько простейших упражнений, в том числе заданных преподавателем как домашнее задание. Также сделать конспект литературных источников, в том числе с указаниями и решениями задач. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, типовых задач, решение задач по алгоритму. Если самостоятельно не удастся разобраться в примерах и задачах, необходимо отметить нерешенные задачи и совместно решить их с преподавателем на консультации, на практическом занятии.</p> <p>Общее время отводимое на содержательную подготовку к практическим занятиям, в том числе самостоятельно и контактную работу с преподавателем – 2 часа.</p> |
| Контрольная работа/ типовые расчеты/ тестовые задания | <p>При подготовке к указанным видам занятий, необходимо проработать весь материал теоретического и практического курса, соотносимый с конкретным видом занятия. Ознакомиться с образцами задач и примеров конкретного вида занятия, с их содержанием. Решить образцы вариантов конкретного вида текущего контроля. После выполнения указанных видов занятий, проделать работу над ошибками.</p> |
| Реферат/ сообщение | <p>Реферат: Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</p> <p>Сообщение: Изучение научной, учебной, другой литературы по теме сообщения. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение теоретических практических исследований по теме сообщения.</p> |

| | |
|------------------------------|--|
| Коллоквиум | Работа с конспектами лекций и практических занятий, подготовка ответов к контрольным вопросам теоретического и практического характера по указанным разделам. |
| Подготовка к экзамену | При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. При этом детально и содержательно проработать каждый материал лекции и практического занятия, вопросов вынесенных на самостоятельную работу. Уметь ориентироваться в схеме доказательств теорем и других утверждений данной дисциплины. Ознакомиться с перечнем вопросов к экзамену. |

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

Весь лекционный курс построен на основе современных образовательных технологий. Лекции читаются с применением современных средств демонстрационных ММ-презентаций. Часть, лекций проводится в интерактивной форме взаимодействия с аспирантами. Получение профессиональных знаний осуществляется путем изучения предусмотренных учебным планом разделов дисциплины не только на лекциях, но и семинарских занятиях.

Семинарские занятия проводятся в интерактивной форме, аспиранты готовят презентации, доклады, обмениваются мнением по проблематике семинара. Предусматривается самостоятельная работа с литературой. Изучение каждого раздела заканчивается подготовкой рефератов или тестовым контролем.

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

Учебная аудитория находится по адресу 369200, Карачаево-Черкесская Республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебный корпус №4, ауд.406. Данная аудитория предназначена

для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для организации и проведения практической деятельности, научно-исследовательской работы.

Специализированная мебель:

столы ученические, стулья, доска, стол-тумба, трибуна.

Технические средства обучения:

телевизор LG , персональный компьютер с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- Calculate Linux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Kaspersky Endpoint Security (Лицензия № 280E-210210-093403-420-2061), с 03.03.2021 по 04.03.2023г.

11. Лист регистрации изменений

Заполняется в случае внесения в программу изменений на каждый учебный год

В рабочей программе на 2022--2023 уч.год внесены следующие изменения:

| № | Внесенные изменения | Номер стр. РП с изменением или дополнением |
|---|---------------------|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |