

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
ФИО: Макаренко Елена Николаевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 10.06.2025 16:20:00
Уникальный программный ключ:
c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник отдела
аспирантуры и докторантуры
Е.Н. Грузднева
«24» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Группа научных специальностей
1.2. Компьютерные науки и информатика

Научная специальность
**1.2.2. Математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ**

Для набора: 2024, 2025 года

Кафедра информационных систем и прикладной информатики

Распределение часов дисциплины по семестрам*

Вид занятий	Количество часов	Семестр
Лекции	16	3
Лабораторные	6	
Итого ауд.	22	
Самостоятельная работы	48	
Контроль	2	
ИТОГО	72	
Промежуточная аттестация по дисциплине (кандидатский экзамен)	36	

ОСНОВАНИЕ

Учебный план утвержден Ученым советом вуза (28.02.2025, протокол № 9, 05.03.2024 г., протокол № 12).

Программу составили: д.э.н., доцент С.М. Щербаков, к.э.н., доцент Калугян К.Х.

Зав. кафедрой: д.э.н., доцент С.М. Щербаков

Научно-методический совет: проректор по научной работе и инновациям д.э.н., профессор Н.Г. Вовченко

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование комплекса знаний об основных понятиях, навыках и приемах научно-исследовательской работы в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Формулировка результата	Индикаторы достижения результата
РОЗ	способен использовать углубленные теоретические знания по научной специальности для критического анализа достижений научной отрасли в целом и в рамках конкретной исследуемой проблемы	<ul style="list-style-type: none"> – знает теоретические концепции и методологические основы научной отрасли; основные тенденции и результаты новейших теоретических и прикладных исследований в рамках научной специальности; основные положения, принципы, методы сбора, обработки и анализа научной информации; – умеет использовать полученные теоретические знания для решения вопросов собственного научного исследования, учитывая современные научные тенденции; структурировать и обобщать имеющийся в литературе и электронных базах данных материал; аргументированно представлять результаты собственного исследования; – владеет навыками оценки состояния и динамики развития своей предметной области на современном этапе.
Сданный кандидатский экзамен в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук		

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия/ кол-во часов		Результат освоения
		Лекции	Лабор.	
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				
1	Раздел 1 «Математическое моделирование и численные методы»			
1.1	Тема «Математические основы» Элементы теории функций и функционального анализа. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Теория вероятностей. Математическая статистика.	4		РОЗ
1.2	Тема «Численные методы и вычислительный эксперимент» Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Постановка и проведение численных экспериментов, статистический анализ их результатов.	4	2	РОЗ
2	Раздел 2 «Алгоритмическое, информационное обеспечение и комплексы программ»			
2.1	Тема «Алгоритмическое обеспечение и языки программирования» Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ. Архитектура программного обеспечения. Структурное, функциональное, объектно-ориентированное программирование. Фреймворки разработки программного обеспечения. Базы данных.	4	2	РОЗ
2.2	Тема «Методы математического моделирования» Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента. Разработка новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели. Реализация математических методов и мо-	4	2	РОЗ

	делей в виде комплексов программ.		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА			
3	Самостоятельное изучение разделов дисциплины (перечень тем для самостоятельного изучения представлен в приложении 1 к рабочей программе дисциплины).	40	РОЗ
4	Выполнение индивидуального задания (перечень индивидуальных заданий представлены в приложении 2 к рабочей программы дисциплины).	8	РОЗ
5	Контроль	2	РОЗ
ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ			
6	Промежуточная аттестация по дисциплине	36	РОЗ

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Структура и содержание оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Выходные данные	Количество экземпляров
5.1. Учебные, научные и методические издания		
1.	Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М. Л. Хейфец. – 4-е изд., стер. – Москва: ФЛИНТА, 2021. – 271 с.: схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
2.	Калугян К.Х., Хубаев Г.Н. Теория систем и системный анализ: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: ИПК РГЭУ (РИНХ), 2016. – 76 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
3.	Переборова, Н.В. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: учебное пособие / Н.В. Переборова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. – 60 с. – ISBN 978-5-7937-1505-8. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/102439.html	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4.	Прикладная информатика: журнал, 2020-2025	
5.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы		
ИСС КонсультантПлюс		
ИСС "Гарант" - https://internet.garant.ru/		
База статистических данных Росстата - https://rosstat.gov.ru/		
5.3. Перечень программного обеспечения		
LibreOffice		
5.4. Учебно-методические материалы для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья		
При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.		

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для проведения всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения: столы, стулья; персональный компьютер/ноутбук (переносной); проектор; экран/интерактивная доска.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

1. Элементы теории функций и функционального анализа

Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

2. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ

Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

3. Теория вероятностей. Математическая статистика

Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

4. Принятие решений

Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

5. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта

Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов. Постановка задачи машинного обучения. Эволюция полносвязных нейронных сетей прямого пространства. Глубокие сверточные и рекуррентные нейронные сети

6. Численные методы

Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента

7. Вычислительный эксперимент

Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Постановка и проведение численных экспериментов, статистический анализ их результатов, в том числе с применением современных компьютерных технологий.

8. Алгоритмические языки

Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ. Архитектура программного обеспечения. Структурное, функциональное, объектно-ориентированное программирование. Фреймворки разработки программного обеспечения. Базы данных.

9. Основные принципы математического моделирования

Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей

10. Методы исследования математических моделей

Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. Качественные или аналитические методы исследования математических моделей. Разработка систем компьютерного и имитационного моделирования, алгоритмов и методов имитационного моделирования на основе анализа математических моделей

11. Математические модели в научных исследованиях

Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента. Разработка новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ АСПИРАНТОВ учитывается по результатам выполнения индивидуальных заданий (выполнение реферата/доклада, прохождение опроса, тестов) и собеседования на лабораторных занятиях с преподавателем.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ/ДОКЛАДОВ

Тема реферата/доклада должна быть выбрана в соответствии с темой диссертации и отраслью защиты конкретного аспиранта.

1. Математическое моделирование в контексте научного исследования аспиранта
2. Численные методы в контексте научного исследования аспиранта
3. Вычислительный эксперимент в контексте научного исследования аспиранта
4. Методы искусственного интеллекта в контексте научного исследования аспиранта
5. Комплексы программ в контексте научного исследования аспиранта

Критерии оценивания:

В ходе изучения дисциплины аспирант может подготовить один-два реферата (максимально 40 баллов).

14-20 баллов - системность, обстоятельность и глубина излагаемого материала; знакомство с научной и учебной литературой; способность воспроизвести основные тезисы доклада без помощи конспекта; способность быстро и развернуто отвечать на вопросы преподавателя и аудитории; наличие презентации к докладу;

10-13 баллов - развернутость и глубина излагаемого в докладе материала; знакомство с основной научной литературой к докладу; при выступлении частое обращение к тексту доклада; некоторые затруднения при ответе на вопросы (неспособность ответить на ряд вопросов из аудитории); наличие презентации;

5-9 баллов - правильность основных положений доклада; наличие недостатка информации в докладе по целому ряду проблем; использование для подготовки доклада исключительно учебной литературы; неспособность ответить на несложные вопросы из аудитории и преподавателя; неумение воспроизвести основные положения доклада без письменного конспекта; наличие презентации;

0-4 балла - поверхностный, неупорядоченный, бессистемный характер информации в докладе; при чтении доклада постоянное использование текста; полное отсутствие внимания к докладу аудитории; отсутствие презентации.

ОПРОС

1. Элементы теории функций и функционального анализа
2. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ
3. Теория вероятностей. Математическая статистика
4. Принятие решений
5. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта
6. Численные методы
7. Вычислительный эксперимент
8. Алгоритмические языки
9. Основные принципы математического моделирования
10. Методы исследования математических моделей
11. Математические модели в научных исследованиях

Критерии оценивания:

Максимальное количество баллов, которые может набрать аспирант при коллоквиуме, собеседовании – 60 баллов:

50-60 баллов выставляется аспиранту, если при собеседовании он демонстрирует полное и содержательное знание материала;

30-49 баллов выставляется аспиранту, если он обнаруживает твердые, но в некоторых вопросах неточные знания материала;

10-29 балла выставляется аспиранту, если он показывает знания основного учебно-программного материала, но допускает существенные неточности в ответе.

0-9 баллов выставляется аспиранту, если он не показывает знания основного учебно-программного материала, допускает существенные ошибки в ответе.

2. СДАЧА АСПИРАНТОМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ОТНОСИТСЯ К ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМОЙ В РАМКАХ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» проводится в устной форме по билетам. В каждом билете три вопроса: 2 вопроса – из перечня вопросов к кандидатскому экзамену, 3-й вопрос по теме научного исследования аспиранта и сформулирован в следующей редакции: «Перечислите и опишите актуальные проблемы Вашей области исследований и роль Вашего исследования в решении этих проблем».

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ»

1. Метрические и нормированные пространства.
2. Линейные операторы.
3. Математическое программирование
4. Линейное программирование.
5. Выпуклое программирование.
6. Основы вариационного исчисления.
7. Задачи оптимального управления. Принцип максимума.
8. Принцип динамического программирования.
9. Теория вероятностей. Вероятность, условная вероятность.
10. Случайные величины. Характеристики и законы распределения случайных величин.
11. Элементы теории случайных процессов.
12. Элементы теории проверки статистических гипотез.
13. Основы теории информации.
14. Исследование операций.
15. Задачи, методы и инструменты искусственного интеллекта.
16. Экспертизы и неформальные процедуры.
17. Задачи и инструменты распознавания образов.
18. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
19. Численное дифференцирование и интегрирование.
20. Численные методы поиска экстремума.
21. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
22. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
23. Принципы постановки и проведения вычислительного эксперимента.
24. Оценка сложности алгоритма.
25. Алгоритмы сортировки.
26. Алгоритмы на графах: обход графа, поиск кратчайших путей, построение минимального остовного дерева.
27. Архитектуры программных систем.
28. Технологии и методы проектирования программных систем.
29. Инструменты автоматизации проектирования программных систем.
30. Методологии разработки программных систем: Agile, RUP, Scrum.
31. Структурное программирование. Основные положения.

32. Понятие функционального программирования.
33. Объектно-ориентированное программирование (ООП). Основные понятия ООП: объекты, классы, инкапсуляция, полиморфизм. Отношения наследование, ассоциации, агрегации, зависимости.
34. Язык моделирования программных систем UML.
35. Базы данных. Модели данных. Обзор возможностей и особенностей различных СУБД.
36. Основы реляционной алгебры. Нормальные формы.
37. Нереляционные базы данных
38. Современные языки программирования.
39. Модель. Понятие модели. Виды моделей.
40. Математическое и имитационное моделирование как методы описания и исследования сложных систем.
41. Устойчивость математических моделей.
42. Проверка адекватности математических и имитационных моделей.
43. Математические модели в экономике.
44. Методы регрессионного и корреляционного анализа.
45. Метод и инструментарий имитационного моделирования.
46. Метод Монте Карло. Генерация случайных величин и случайных событий.
47. Постановка задачи машинного обучения. Основные режимы и методы обучения.
48. Метрики оценки качества моделей машинного обучения
49. Полносвязные нейронные сети прямого распространения ошибки.
50. Сверточные и рекуррентные нейронные сети

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ НА КАНДИДАТСКОМ ЭКЗАМЕНЕ:

оценка **«отлично»** (84-100 баллов) выставляется, если изложенный материал фактически верен, характеризуется наличием глубоких исчерпывающих знаний по программе кандидатского экзамена по специальной дисциплине; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике; аргументировано доказана научная новизна и практическая значимость проведенного исследования; грамотное и логически стройное изложение материала при ответе;

оценка **«хорошо»** (67-83 балла) - наличие твердых и достаточно полных знаний по программе кандидатского экзамена по специальной дисциплине; правильные действия по применению знаний на практике; четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности; обоснованы пункты научной новизны и практическая значимость проведенного исследования;

оценка **«удовлетворительно»** (50-66 баллов) - наличие твердых знаний по программе кандидатского экзамена по специальной дисциплине; изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике;

оценка **«неудовлетворительно»** (0-49 баллов) - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- лабораторные занятия.

В ходе лекционных занятий рассматриваются темы, направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания аспирантов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются навыки сбора, анализа и синтеза информации.

При подготовке к лабораторным занятиям каждый аспирант должен:

- изучить рекомендованную учебную и научную литературу;
- изучить конспекты лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме.

По согласованию с преподавателем аспирант готовит реферат по теме занятия. В процессе подготовки к лабораторным занятиям аспиранты могут воспользоваться консультациями преподавателя(ей).

Вопросы, не рассмотренные на лекциях и лабораторных занятиях, должны быть изучены аспирантами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы аспирантов над учебной программой курса осуществляется в ходе лабораторных занятий.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации аспиранты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами. Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.