МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(РИНХ)»

ПРИНЯТО
Решением Научно-методического совета
ФГБОУ ВО «РГЭУ (РИНХ)»
от «27» 03 2024 г., протокол № 2

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе
и инновациям
_____ Н.Г. Вовченко
«27» 03 2024 г.

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по специальной дисциплине
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ»

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

Наименование отрасли науки,
по которой присуждаются ученые степени:
технические науки

Ростов–на–Дону – 2024

Программа кандидатского экзамена обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Информационных систем и прикладной информатики.

Заведующий кафедрой ИС и ПИ д.э.н., доцент С.М. Щербаков

Составитель д.э.н., доцент С.М. Щербаков

Рецензент д.э.н., профессор Е.Д. Стрельцова

Введение

Программа предназначена для аспирантов, обучающихся по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а также для лиц, прикрепленных для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре. Программа кандидатского экзамена ориентирована на выявление профессионального уровня сдающих, степени их готовности к научной работе, широты диапазона аналитического и ассоциативного мышления.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине «**Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»** проводится в устной форме по билетам. В каждом билете три вопроса:

– **1-й и 2-й вопросы** из перечня вопросов к кандидатскому экзамену по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»;

– **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».

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Математические основы

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.

Информационные технологии

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 распространения. Глубокие сверточные и рекуррентные нейронные сети

Компьютерные технологии

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. Фреймоврки разработки программного обеспечения. Базы данных.

Методы математического моделирования

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 натурного эксперимента на основе его математической модели.

Рекомендуемая литература
Основная литература

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
2. Ахмадиев, Ф.Г. Математическое моделирование и методы оптимизации: учебное пособие / Ф.Г. Ахмадиев, Р.М. Гильфанов. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 178 с. – ISBN 978-5-4497-1383-4. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/116448.html
3. Буйначев, С.К. Применение численных методов в математическом моделировании: учебное пособие / С.К. Буйначев; под редакцией Ю.В. Песин. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 72 с. – ISBN 978-5-7996-1197-2. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/66195.html
4. Гусева, Е.Н. Экономико-математическое моделирование: учебное пособие / Е.Н. Гусева. – 4-е изд., стер. – Москва: ФЛИНТА, 2021. – 216 с. – (Информационные технологии). – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83540
5. Иванов, В.В. Математическое моделирование: учебно-методическое пособие / В.В. Иванов, О.В. Кузьмина; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. – 88 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459482
6. Истягина, Е.Б. Математическое моделирование: учебное пособие / Е.Б. Истягина, А.А. Пьяных, Т.А. Пьяных; Сибирский федеральный университет. – Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2022. – 124 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=705697
7. Лыкин, А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: учебное пособие / А.В. Лыкин. – 3-е изд. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 227 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767
8. Масягин, В.Б. Математическое моделирование и информационные технологии при проектировании: учебное пособие / В.Б. Масягин, Н. В. Волгина; Омский государственный технический университет. – Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 167 с.: табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493368
9. Математическое моделирование: лабораторный практикум / авт.-сост. О.Е. Зеливянская; Министерство образования Российской Федерации,

Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 144 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467014

10. Математическое моделирование: учебное пособие / сост. Д.В. Арясова, М.А. Аханова, С.В. Овчинникова; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. – 283 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=611357

Дополнительная литература

1. Громов Ю.Ю., Иванова О.Г., Алексеев В.В., Беляев М.П., Швец Д.П., Елисеев А.И. Интеллектуальные информационные системы и технологии: учебное пособие. Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. - 244 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277713&sr=1

2. Звонарев, С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие / С.В. Звонарев; науч. ред. В.Г. Мазуренко; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2019. – 115 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697655

3. Иванов, В.В. Математическое моделирование: учебное пособие / В.В. Иванов, О.В. Кузьмина; Поволжский государственный технологический университет. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2022. – 116 с.: схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696353

4. Калугян К.Х., Хубаев Г.Н. Теория систем и системный анализ: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: ИПК РГЭУ (РИНХ), 2016. – 76 с.

5. Крутиков В.Н., Мешечкин В.В. Анализ данных: учебное пособие. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. – 138 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278426&sr=1

6. Лапенко Ю.П. Введение в функциональный анализ. – Ростов-на-Дону: РГЭУ, 2012, 93 с.

7. Никонов, О.И. Математическое моделирование и методы принятия решений: учебное пособие / О.И. Никонов, С.В. Кругликов, М.А. Медведева; под редакцией А.А. Астафьев. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 100 с. – ISBN 978-5-7996-1562-8. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/69624.html

8. Осипенко, С.А. Математическое моделирование: учебно-методическое пособие / С.А. Осипенко. – Москва: Директ-Медиа, 2022. – 144 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=689827

9. 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

10. Родионов, Ю.В. Основы математического моделирования: учебное электронное издание: учебное пособие / Ю.В. Родионов, А.Д. Нахман; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018. – 111 с.: табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570456

11. Сафарьян, О.А. Численные методы в задачах математического моделирования и исследования математических моделей объектов: учебно-методическое пособие / О.А. Сафарьян. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2019. – 85 с. – ISBN 978-5-7890-1684-8. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/117783.html

12. Семенов, А.Г. Математическое и компьютерное моделирование: практикум / А.Г. Семенов, И.А. Печерских; Кемеровский государственный университет. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019. – 237 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574121

13. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст]: учеб. пособие / В.С. Мхитарян, Е.В. Астафьева, Ю.Н. Миронкина, Л. И. Трошин; под ред. В.С. Мхитаряна. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МФПА, 2011. - 328 с.

14. Федосеев, В.В. Математическое моделирование в экономике и социологии труда: методы, модели, задачи: учебное пособие / В.В. Федосеев. – Москва: Юнити-Дана, 2017. – 168 с.: табл., граф., схемы – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684920

15. Федоткин, М.А. Нетрадиционные проблемы математического моделирования экспериментов: учебное пособие / М.А. Федоткин. – Москва: Физматлит, 2018. – 423 с.: ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612740

16. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций: учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – 7-е изд. – Москва: Дашков и К°, 2019. – 398 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573373

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ
К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«Математическое моделирования,
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**» 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; продемонстрировано усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;

оценка «**хорошо**» - 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; продемонстрировано усвоение основной литературы, рекомендованной в программе кандидатского экзамена;

оценка «**удовлетворительно**» - 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**» - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.