

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет имени И.Н. Ульянова»

Е.Н. Кадышев

15 апреля 2022 г.

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

по научной специальности

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Программу составил:

кандидат физико- математических наук, доцент В.В. Андреев

Программа рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры математического и аппаратного обеспечения информационных
систем “01” марта 2022 г., протокол №8

заведующий кафедрой Т.Н. Копышева

Согласовано:

Начальник отдела подготовки и
повышения квалификации
научно-педагогических кадров С.Б. Харитоновна

1. Содержание кандидатского экзамена.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание
Раздел 1. Математические основы.		
1.	Тема 1. Элементы теории функций и функционального анализа.	Понятие меры и интеграла Лебега. 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.	Тема 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.	Тема 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.	Тема 4. Принятие решений.	Общая проблема принятия решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
5.	Тема 5. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.	Задачи исследования операций. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
6.	Тема 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.
Раздел 2. Основы математического моделирования. Методы исследования математических моделей.		
7.	Тема 7. Вычислительный эксперимент.	Принципы, методы и этапы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Отличительные характеристики и

		преимущества вычислительного эксперимента.
8.	Тема 8. Алгоритмические языки.	Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.
9.	Тема 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.	Тема 10. Методы исследования математических моделей.	Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. Качественные и аналитические методы исследования математических моделей. Алгоритмы и методы компьютерного моделирования на основе результатов натуральных экспериментов. Алгоритмы и методы имитационного моделирования на основе анализа математических моделей. Эффективные вычислительные методы и алгоритмы с применением современных компьютерных технологий. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.
11.	Тема 11. Математические модели в научных исследованиях.	Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

2. Перечень вопросов к кандидатскому экзамену.

1. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Евклидовы пространства. Процесс ортогонализации.
2. Пространство интегрируемых функций. Пространства Соболева.
3. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха.
4. Линейный оператор в конечном пространстве, его матрица. Норма линейного оператора. Дифференциальные и интегральные операторы.
5. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения и системы.
6. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского.
7. Устойчивость по Ляпунову. Теорема об устойчивости по первому приближению.
8. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.
9. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс.
10. Основы вариационного исчисления.
11. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
12. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость.
13. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Центральная предельная теорема.

14. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез.
15. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.
16. Основы теории информации.
17. Общая проблема принятия решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
18. Задачи исследования операций. Экспертизы и неформальные процедуры.
19. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
20. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
21. Численное дифференцирование и интегрирование.
22. Численные методы поиска экстремума.
23. Вычислительные методы линейной алгебры.
24. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
25. Сплайн-аппроксимация, интерполяция.
26. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара. Численные методы вейвлет-анализа.
27. Проекционно-сеточные методы. Вариационно-сеточные методы. Метод конечных элементов.
28. Принципы, методы и этапы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Отличительные характеристики и преимущества вычислительного эксперимента.
29. Сравнение результатов вычислительных экспериментов с результатами натуральных экспериментов.
30. Сравнение результатов вычислительных экспериментов с результатами анализа математических моделей.
31. Представление о языках программирования высокого уровня.
32. Пакеты прикладных программ.
33. Проблемно-ориентированные коды и вычислительные эксперименты.
34. Элементарные математические модели в механике.
35. Элементарные математические модели в гидродинамике.
36. Элементарные математические модели в электродинамике.
37. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
38. Вариационные принципы построения математических моделей.
39. Методы исследования математических моделей. Устойчивость моделей. Проверка адекватности математических моделей.
40. Качественные и аналитические методы исследования математических моделей.
41. Алгоритмы и методы компьютерного моделирования на основе результатов натуральных экспериментов.
42. Алгоритмы и методы имитационного моделирования на основе анализа математических моделей.
43. Эффективные вычислительные методы и алгоритмы с применением современных компьютерных технологий.
44. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.
45. Математические модели в статистической механике.
46. Математические модели в экономике.
47. Математические модели в биологии.
48. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
49. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.
50. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание.
51. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры.
52. Режимы с обострением.
53. Постановка и проведение натуральных экспериментов, статистический анализ их

- результатов, в том числе с применением современных компьютерных технологий.
54. Математическая теория планирования эксперимента: формулировка проблемы, классификация методов. Пассивный и активный эксперимент.

3. Рекомендуемая литература

Рекомендуемая основная литература

№	Название
1.	Мальшев, Н.Г. О системах и их моделировании [Электронный ресурс] / Н.Г. Мальшев. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2017. — 200 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/104990 . — Загл. с экрана.
2.	Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90239 . — Загл. с экрана.
3.	Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 243 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70743 . — Загл. с экрана.
4.	Гребенникова, И.В. Методы математической обработки экспериментальных данных: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Екатеринбург: УрФУ, 2015. — 124 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/98332 . — Загл. с экрана.
5.	Горюнов, А.Ф. Методы математической физики в примерах и задачах. В 2 т. Т. I [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2015. — 872 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71999 . — Загл. с экрана.
6.	Горюнов, А.Ф. Методы математической физики в примерах и задачах. В 2 т. Т. II [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2015. — 772 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72000 . — Загл. с экрана.
7.	Даутов, Р.З. Программная реализация метода конечных элементов в MATLAB [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Казань: КФУ, 2014. — 106 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72805 . — Загл. с экрана.
8.	Егупов, Н.Д. Алгоритмическая теория систем управления, основанная на спектральных методах. В двух томах. Том 2. Матрично-вычислительные технологии на базе интегральных уравнений [Электронный ресурс]: монография / Н.Д. Егупов. — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 464 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/106542 . — Загл. с экрана.
9.	Карасев, В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: математическая статистика: практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.А. Карасев, Г.Д. Лёвшина. — Электрон. дан. — Москва: МИСИС, 2016. — 120 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93597 . — Загл. с экрана.
10.	Лесин, В.В. Основы методов оптимизации [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 344 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/86017 . — Загл. с экрана.

Рекомендуемая дополнительная литература

№	Название
1.	Анализ математических моделей Базель II [Электронный ресурс] / Ф.Т. Алескеров [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2013. — 296 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91176 . — Загл. с экрана.
2.	Вьюгин, В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования

	[Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: МЦНМО, 2013. — 304 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/56397 . — Загл. с экрана.
3.	Кохонен Т., Самоорганизующиеся карты [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 660 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94143 . — Загл. с экрана.
4.	Марголис, Н.Ю. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Томск: ТГУ, 2015. — 130 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71552 . — Загл. с экрана.
5.	Мелас, В.Б. Планирование и анализ для регрессионных моделей: учеб. пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Б. Мелас, П.В. Шпилев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: СПбГУ, 2014. — 96 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94675 . — Загл. с экрана.
6.	Пытьев, Ю.П. Вероятность, возможность и субъективное моделирование в научных исследованиях. Математические и эмпирические основы, приложения [Электронный ресурс] / Ю.П. Пытьев. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2017. — 256 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/104992 . — Загл. с экрана.
7.	Петько, В.И. Методы идентификации нелинейных динамических объектов [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск: , 2016. — 139 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90455 . — Загл. с экрана.
8.	Степанов, А.А. От математики к обобщенному программированию [Электронный ресурс] / А.А. Степанов, Д.Э. Роуз. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 264 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97345 . — Загл. с экрана.
9.	Адаменко, М.В. Основы классической криптологии: секреты шифров и кодов [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 296 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/82817 . — Загл. с экрана.
10.	Жданов, А.А. Автономный искусственный интеллект [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 362 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70761 . — Загл. с экрана.

Перечень рекомендуемых ресурсов сети «Интернет»

№	Название
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.chuvsu.ru
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
3.	Образовательная платформа «Юрайт»: для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.urait.ru
4.	Электронная библиотечная система «Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/
5.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru
6.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
7.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nlr.ru
8.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
9.	Научная электронная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.elibrary.ru
10.	Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.scopus.com
11.	Поисковая платформа «Web of Science» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://webofknowledge.com/