

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тюменский индустриальный университет»

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ВШЦТ

А.Ю. Сидоров 

« 20 » декабря 2024 г.

**ПРОГРАММА**

**кандидатского экзамена**

**Специальная дисциплина** «Математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ»  
(технические науки)

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

Программа рассмотрена на заседании кафедры Математики и прикладных информационных технологий


Протокол № 5 от «20» декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.М. Барбаков

  
(подпись)

**Программу разработал:**

А.Г. Обухов, доктор физ.-мат. наук, профессор

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

## 1. Цель экзамена

Цель кандидатского экзамена – установить у аспирантов/соискателей ученой степени кандидата наук глубину освоения методологии теоретических исследований, сформированность профессиональных знаний и умений применения их в самостоятельном научном исследовании.

Экзаменуемый должен продемонстрировать/показать:

Владение навыками применения математического инструментария для решения задач, включая знания основных теорий и концепций всех разделов. Он также должен показать умение использовать методы математического моделирования для анализа современных проблем в избранной области предметной специализации.

## 2. Содержание программы

### Раздел 1. «Математические основы»

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. *Экстремальные задачи. Выпуклый анализ.* Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на максимум. 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.

### Раздел 2. «Информационные технологии»

1. *Принятие решений.* Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

2. *Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.* Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

### Раздел 3. «Компьютерные технологии»



1. *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.

2. *Вычислительный эксперимент.* Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

3. *Алгоритмические языки.* Представление о языках программирования высокого уровня.

#### Раздел 4. «Методы математического моделирования»

1. *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.

2. *Методы исследования математических моделей.* Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

3. *Математические модели в научных исследованиях.* Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

4. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.

5. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

### 3. Примерный перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену

1. Понятие меры и интеграла Лебега.
2. Метрические и нормированные пространства.
3. Евклидовы пространства. Процесс ортогонализации.
4. Пространство интегрируемых функций. Пространства Соболева.
5. Линейные непрерывные функционалы.
6. Теорема Хана-Банаха.
7. Линейный оператор в конечном пространстве, его матрица. Норма линейного оператора. Дифференциальные и интегральные операторы.
8. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского.
9. Устойчивость по Ляпунову. Теорема об устойчивости по первому приближению.

10. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.
11. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
12. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления.
13. Задачи оптимального управления.
14. Принцип максимума.
15. Принцип динамического программирования.
16. Аксиоматика теории вероятностей.
17. Вероятность, условная вероятность. Независимость.
18. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
19. Центральная предельная теорема.
20. Элементы теории случайных процессов.
21. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
22. Элементы теории проверки статистических гипотез.
23. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.
24. Основы теории информации.
25. Общая проблема решения. Функция потерь.
26. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
27. Экспертизы и неформальные процедуры.
28. Автоматизация проектирования.
29. Искусственный интеллект.
30. Распознавание образов.
31. Полиномиальная интерполяция. Сплайн-аппроксимация. Интерполяция рядом Фурье.
32. Проекционно-сеточные методы. Вариационно-сеточные методы.
33. Метод конечных элементов.
34. Метод конечных разностей.
35. Численные методы решения задачи Коши.
36. Вычислительные методы линейной алгебры.
37. Интегральные преобразования Фурье, Лапласа.
38. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
39. Представление о языках программирования высокого уровня.
40. Пакеты прикладных программ.
41. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике.
42. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
43. Методы исследования математических моделей. Устойчивость моделей. Проверка адекватности математических моделей.



44. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

45. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос.

46. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

3.1. Кандидатский экзамен проводится в устной форме по экзаменационным билетам. В билете 3 вопроса.

3.2. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения программы

Оценка	Критерии оценки
«Отлично»	Экзаменуемый показывает не только высокий уровень теоретических знаний по изучаемой дисциплине, но и видит междисциплинарные связи. Умеет анализировать практические ситуации. Ответ построен логично. Материал излагается четко, ясно, аргументировано. Уместно используется информационный и иллюстративный материал
«Хорошо»	Экзаменуемый показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно
«Удовлетворительно»	Экзаменуемый показывает знание основного материала по изучаемой дисциплине. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Экзаменуемый испытывает затруднения при приведении практических примеров
«Неудовлетворительно»	Экзаменуемый показывает слабый уровень теоретических знаний, не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на дополнительные вопросы или затрудняется с ответом на них

#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

4.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1

4.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ (<http://webirbis.tsogu.ru/>);
- База данных «ЭБС ЛАНЬ» ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com));
- «Образовательная платформа ЮРАЙТ» «Электронного издательства ЮРАЙТ» ([www.urait.ru](http://www.urait.ru));
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» (<http://elibrary.ru/>);
- Цифровой образовательный ресурс IPRsmart (<http://www.iprbookshop.ru/>);
- Научно-техническая библиотека ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина» (<http://elib.gubkin.ru/>);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (<http://bibl.rusoil.net>);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет» (<http://lib.ugtu.net/books>);
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru>);
- Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>).

## Список рекомендуемой литературы

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине  
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Шифр и наименование научной специальности 1.2.2. Математическое  
моделирование, численные методы и комплексы программ

№ п/п	Название издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1.	<b>Амосов, Андрей Авенирович.</b> <b>Вычислительные методы для инженеров : учебное пособие по направлениям и специальностям в области техники и технологии / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. - 2-е изд., доп. - Москва : МЭИ, 2003. - 596 с</b>	5	-
2.	<b>Аханова, Марина Анатольевна.</b> <b>Математическое моделирование :</b> <b>монография / М. А. Аханова, С. В. Овчинникова, А. С. Еропкина ; ТИУ. - Тюмень : ТИУ, 2020. - 160 с. : ил. - URL: <a href="https://clck.ru/3EoqjV">https://clck.ru/3EoqjV</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - Электронная библиотека ТИУ.</b>	ЭР	+
3.	<b>Балакришнан, А. В.</b> <b>Прикладной функциональный анализ / А. В. Балакришнан ; пер. В. И. Благодатских. - Москва : Наука, 1980. - 384 с.</b>	3	-
4.	<b>Гагарина, Лариса Геннадьевна.</b> <b>Введение в теорию алгоритмических языков и компиляторов : учебное пособие / Л. Г. Гагарина, Е. В. Кокорева. – Москва : ФОРУМ, 2011. – 176 с.</b>	10	-
5.	<b>Зализняк, В. Е.</b> <b>Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров / В. Е. Зализняк. - Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. - 264 с. - URL:</b>	ЭР	+



	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91976.html">http://www.iprbookshop.ru/91976.html</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "IPR BOOKS".		
6.	<b>Колмогоров, Андрей Николаевич.</b> <b>Элементы теории функций и функционального анализа:</b> А.Н. Колмогоров, С. В. Фомин. - 4-е изд., перераб. - Москва : Наука, 1976. - 543 с.	4	-
7.	<b>Достоверные вычисления. Базовые численные методы / У. Кулиш [и др.] ; пер. А. Г. Яковлев ; под ред.: В. Я. Крейнвича, А. Н. Соболевского, А. Г. Яковлева.</b> - Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. - 495 с. URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/91929.html">http://www.iprbookshop.ru/91929.html</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "IPR BOOKS".	ЭР	+
8.	<b>Лесин, В. В.</b> <b>Основы методов оптимизации :</b> учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 344 с. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/221324">https://e.lanbook.com/book/221324</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Лань".	ЭР	+
9.	<b>Махмутов, М. М.</b> <b>Лекции по численным методам / М. М. Махмутов.</b> - Москва : НИЦ Регулярная и хаотическая динамика ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. - 237 с. - URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/97368.html">http://www.iprbookshop.ru/97368.html</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "IPR BOOKS"	ЭР	+
10.	<b>Семериков, Александр Вениаминович.</b> <b>Решение задач линейного программирования :</b> учебное пособие / А. В. Семериков ; авт., дар. УГТУ. - Ухта : УГТУ, 2013. - 71 с.	1	-
11.	<b>Хемминг, Р. В.</b> <b>Численные методы :</b> для научных работников и инженеров / Р. В. Хемминг ; ред. Р. С. Гутер. - 2-е изд., испр. - Москва : Наука, 1972. - 400 с.	2	-

Согласовано:

Библиотечно-издательский комплекс



*А. Ситникова*