

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Мурманский арктический университет»  
(ФГАОУ ВО «МАУ»)

УТВЕРЖДЕНО

Председатель приёмной  
комиссии  
И. о. ректора МАУ

\_\_\_\_\_ И.М. Шадрина

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ –  
ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО\_ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
В АСПИРАНТУРЕ**

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

с указанием направленности (профиля)

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**очная**

форма обучения

**2024**

год набора

Утверждено на заседании  
[кафедры](#) информационных технологий  
(протокол № от 2023 г.)

Зав. кафедрой информационных  
технологий

Ляш О.И.

Мурманск  
2023

Программа вступительных испытаний разработана на кафедре цифровых технологий

Заведующий кафедрой – кандидат педагогических наук, доцент Ляш Олег Иванович

Вопросы  
для вступительных испытаний в аспирантуру  
по научной специальности

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. Абсолютная и относительная погрешности. Погрешность функции. Источники и классификация погрешностей.
2. Численное решение систем линейных уравнений. Общая характеристика методов. Методы последовательного исключения неизвестных.
3. Решение систем линейных уравнений с применением ортогональных матриц.
4. Решение систем линейных уравнений специальной структуры. Метод прогонки.
5. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Общая характеристика методов. Их сходимость и вычислительная устойчивость.
6. Решение систем линейных уравнений методами наискорейшего спуска и сопряженных направлений.
7. Вычисление определителей. Обращение матриц.
8. Решение плохообусловленных систем линейных уравнений. Числа обусловленности. Понятие о регуляризации некорректных задач.
9. Постановка обычной проблемы собственных значений. Общая характеристика методов решения. Устойчивость проблемы собственных значений. Прямые методы решения проблемы собственных значений.
10. Итерационные методы решения проблемы собственных значений. Метод Якоби. QR-алгоритм.
11. Методы решения систем нелинейных уравнений. Общая характеристика итерационных методов. Сходимость. Корректность и обусловленность задачи.
12. Задача интерполяции. Интерполяционная формула Лагранжа. Разделенные разности и их свойства.
13. Остаточный член интерполяционных формул. Погрешность интерполяции. Формулы Ньютона для интерполирования в начале и в конце таблицы. Обратное интерполирование
14. Интерполяционные сплайны. Общие понятия. Постановка задачи. Кубические сплайны.
15. Аппроксимация функции, заданной таблично, методом наименьших квадратов.
16. Вычисление определенных интегралов. Квадратурные формулы Ньютона-Котесса, трапеций, Симпсона, оценка их погрешности. Принцип Рунге оценки погрешности численного интегрирования.
17. Многочлены Лежандра, их корни. Квадратурные формулы Гаусса наивысшей алгебраической точности.
18. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Общая формулировка методов Рунге-Кутты. Погрешность и сходимость методов Рунге-Кутты.
19. Многошаговые разностные методы. Общие положения. Методы Адамса. Устойчивость и сходимость многошаговых разностных методов.
20. Постановка задачи одномерной оптимизации. Методы, не требующие вычисления производных.

21. Методы одномерной оптимизации, использующие производные. Метод Ньютона-Рафсона и его модификации.
22. Постановка задачи многомерной оптимизации. Методы, не требующие вычисления производных. Понятие о методах спуска. Метод сопряженных направлений.
23. Постановка задачи многомерной оптимизации. Методы, требующие вычисления производных. Метод Ньютона. Методы сопряженных градиентов.
24. Дискретное преобразование Фурье и обратное к нему, алгоритм быстрого дискретного преобразования Фурье.
25. Математическое моделирование. Типы математических моделей: структурные и функциональные модели; дискретные и непрерывные модели.
26. Математическое моделирование. Линейные и нелинейные системы. Основные задачи моделирования.
27. Основы операционного исчисления. Преобразование Лапласа. Пространство изображений. Передаточная функция линейной стационарной системы. Теорема Дюамеля.
28. Элементы теории устойчивости по Ляпунову. Основные теоремы.
29. Моделирование стохастических процессов: одномерное и двумерное броуновское движение. Разыгрывание случайных величин.
30. Метод статистического моделирования Монте-Карло. Способы получения случайных величин. Генераторы псевдослучайных величин.
31. Имитационное моделирование систем. Получение непрерывных случайных величин. Проблема моделирования времени. Моделирование систем массового обслуживания (СМО).
32. Дискретные динамические системы. Бифуркация.
33. Программный продукт (изделие). Понятие технологии разработки программного обеспечения (ПО) и краткая характеристика развития.
34. Специфика разработки программных средств. Жизненный цикл ПО, структура жизненного цикла (ЖЦ). Модели ЖЦ.
35. Общие требования к проектированию ПО. Стандарты на разработку ПО.
36. Понятие качества ПО. Критерии качества, спецификация качества ПО.
37. Управление процессом разработки ПО. Организация процесса разработки и инструментальные средства поддержки.
38. Процесс производства ПО: методы, технологии. Средства спецификации. Язык UML. Инструментальные средства разработки.
39. Документирование программного обеспечения. Виды программной документации. Государственные стандарты в области документирования ПО.

## Рекомендуемая литература

1. Информационные технологии и вычислительные системы. Вычислительные системы. Компьютерная графика. Распознавание образов. Математическое моделирование / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Ленанд, 2015. - 100 с.
2. Информационные технологии и вычислительные системы: Обработка информации и анализ данных. Программная инженерия. Математическое моделирование. Прикладные аспекты информатики / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Ленанд, 2015. -

104 с.

3. Акаев, А.А. От эпохи великой дивергенции к эпохе великой конвергенции: Математическое моделирование и прогнозирование долгосроч. технологич. и экономич. развития / А.А. Акаев. - М.: Ленанд, 2015. - 352 с.
4. Акаев, А.А. От эпохи Великой дивергенции к эпохе Великой конвергенции: Математическое моделирование и прогнозирование долгосрочного технологического и экономического развития мировой динамики / А.А. Акаев. - М.: Ленанд, 2019. - 352 с.
5. Александров, А., Ю. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ: Учебное пособие / А.Ю. Александров, А. Платонов. - СПб.: Лань, 2016. - 272 с.
6. Александров, А.Ю. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ: Учебное пособие / А.Ю. Александров, А.В. Платонов и др. - СПб.: Лань, 2017. - 320 с.
7. Алпатов, Ю.Н. Математическое моделирование производственных процессов: Учебное пособие / Ю.Н. Алпатов. - СПб.: Лань, 2018. - 136 с.
8. Белотелов, Н.В. Сложность. Математическое моделирование. Гуманитарный анализ: Исследование исторических, военных, социально-экономических и политических процессов / Н.В. Белотелов, Ю.И. Бродский, Ю.Н. Павловский. - М.: КД Либроком, 2019. - 320 с.
9. Бобренева, И.В. Математическое моделирование в технологиях продуктов питания животного происхождения: Учебное пособие / И.В. Бобренева, С.В. Николаева. - СПб.: Лань, 2019. - 124 с.
10. Виноградов, Ю.Б. Математическое моделирование в гидрологии / Ю.Б. Виноградов. - М.: Academia, 2017. - 272 с.
11. Волгина, О.А. Математическое моделирование экономических процессов и систем: Учебное пособие / О.А. Волгина, Н.Ю. Голодная, Н.Н. Одияко. - М.: КноРус, 2016. - 395 с.
12. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. Учебное пособие / Н.В. Голубева. - СПб.: Лань, 2016. - 192 с.
13. Горбунов, В.К. Математическое моделирование рыночного спроса: Учебное пособие / В.К. Горбунов. - СПб.: Лань, 2018. - 212 с.
14. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. - СПб.: Лань, 2016. - 292 с.
15. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: Учебное пособие / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. - СПб.: Лань, 2018. - 292 с.
16. Данилов, Н.Н. Математическое моделирование радиотехнических систем: Учебное пособие / Н.Н. Данилов. - СПб.: Лань, 2016. - 144 с.
17. Димитрин, Ю. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ: Учебное пособие / Ю. Димитрин. - СПб.: Лань, 2016. - 272 с.
18. Жирков, А.М. Математическое моделирование систем и процессов: Учебное пособие / А.М. Жирков, Г.М. Подопригора, М.Р. Цуцунава. - СПб.: Лань КПТ, 2016. - 192 с.
19. Зайдель, А.Н. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: Учебное пособие / А.Н. Зайдель. - СПб.: Лань, 2016. - 304 с.
20. Зубарев, Ю.М. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех): Учебное пособие / Ю.М. Зубарев, С.В. Косаревский. - СПб.: Лань П, 2016. - 624 с.
21. Иванов, В.К. Математическое моделирование и оптимизация лучевой терапии опухолей / В.К. Иванов. - М.: Ленанд, 2015. - 152 с.
22. Катаргин, Н.В. Экономико-математическое моделирование: Учебное пособие /

- Н.В. Катаргин. - СПб.: Лань, 2018. - 256 с.
23. Коваленко, А.В. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2: Учебное пособие / А.В. Коваленко, А.М. Узденова и др. - СПб.: Лань, 2017. - 228 с.
24. Колпаков, В.Ф. Экономико-математическое и эконометрическое моделирование: Компьютерный практикум: Учебное пособие / В.Ф. Колпаков. - М.: Инфра-М, 2016. - 127 с.
25. Колпаков, В.Ф. Экономико-математическое и эконометрическое моделирование: Компьютерный практикум: Учебное пособие / В.Ф. Колпаков. - М.: Инфра-М, 2018. - 672 с.
26. Коротаев, А.В. Законы истории: Математическое моделирование и прогнозирование мирового и регионального развития / А.В. Коротаев, Д.А. Халтурина, А.С. Малков и др. - М.: Издательство ЛКИ, 2019. - 344 с.
27. Коротаев, А.В. Законы истории: Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография, экономика, культура / А.В. Коротаев, А.С. Малков, Д.А. Халтурина. - М.: Ленанд, 2019. - 224 с.
28. Кудинов, И.В. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях: Монография / И.В. Кудинов, В.А. Кудинов и др. - СПб.: Лань, 2015. - 208 с.
29. Кудинов, И.В. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях: Монография / И.В. Кудинов. - СПб.: Лань, 2015. - 208 с.
30. Малыхин, В.И. Математическое моделирование социально-экономической структуры общества / В.И. Малыхин. - М.: Ленанд, 2015. - 240 с.
31. Малыхин, В.И. Математическое моделирование социально-экономической структуры общества. / В.И. Малыхин. - М.: Ленанд, 2015. - 240 с.
32. Михалева, М.Ю. Математическое моделирование и количественные методы исследований в менеджменте: Учебное пособие / М.Ю. Михалева, И.В. Орлова. - М.: Вузовский учебник, 2019. - 320 с.
33. Монаков, А.А. Математическое моделирование радиотехнических систем: Учебное пособие / А.А. Монаков. - СПб.: Лань, 2016. - 144 с.
34. Панюков, А.В. Математическое моделирование экономических процессов / А.В. Панюков. - М.: Ленанд, 2015. - 192 с.
35. Рейзлин, В.И. Математическое моделирование: Учебное пособие для магистратуры / В.И. Рейзлин. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 126 с.
36. Рудской, А.И. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях: Монография / А.И. Рудской, В.А. Лунев. - СПб.: Лань, 2015. - 208 с.
37. Савиных, В.Н. Математическое моделирование производственного и финансового менеджмента / В.Н. Савиных. - М.: КноРус, 2018. - 256 с.
38. Садовничий, В.А. Качество образования, эффективность НИОКР и экономический рост: Количественный анализ и математическое моделирование / В.А. Садовничий, А.А. Акаев, А.В. Коротаев и др. - М.: Ленанд, 2016. - 352 с.
39. Светуньков, С.Г. Производственные функции комплексных переменных: Экономико-математическое моделирование производственной динамики / С.Г. Светуньков, И.С. Светуньков. - М.: Ленанд, 2019. - 170 с.
40. Семакин, И.Г. Программирование, численные методы и математическое моделирование (для бакалавров) / И.Г. Семакин, О.Л. Русакова, Е.Л. Тарунин. - М.: КноРус, 2018. - 288 с.
41. Степанов, В.И. Экономико-математическое моделирование / В.И. Степанов. - М.: Academia, 2018. - 336 с.
42. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем: Уч. / В.П. Тарасик. - М.: Инфра-М, 2017. - 160 с.

43. Федоткин, И.М. Математическое моделирование технологических процессов / И.М. Федоткин. - М.: КД Либроком, 2018. - 416 с.
44. Формалев, В.Ф. Математическое моделирование сопряженного теплопереноса между вязкими газодинамическими течениями и анизотропными телами / В.Ф. Формалев, С.А. Колесник. - М.: Ленанд, 2019. - 316 с.
45. Холин, Н.Н. Математическое моделирование волновых явлений в конденсированных средах и динамика метеороидов / Н.Н. Холин, В.А. Головешкин, В.А. Андрущенко. - М.: Ленанд, 2016. - 216 с.
46. Яглом, И.М. Математические структуры и математическое моделирование / И.М. Яглом. - М.: Ленанд, 2018. - 144 с.