

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ УФИМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

РЕКОМЕНДОВАНО

Директор ИМех УФИЦ РАН

М.Н. Галимзянов

2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель УФИЦ РАН

В.Б. Мартыненко

2026 г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальной дисциплине научной специальности

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

Программа составлена в соответствии с научной специальностью и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени (утверждена Приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118).

Уфа – 2026

Разработчик Гауф канд. физ.-мат. наук., Э.Ф. Гайнуллина

Согласовано:
Заведующий отделом аспирантуры УФИЦ РАН

Тимофеева /М.Ю. Тимофеева

Ученый секретарь ИМех УФИЦ РАН

Гауф /Э.Ф. Гайнуллина

Вопросы к кандидатскому экзамену

1. Математические основы

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.

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.

Теория вероятностей. Математическая статистика. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. 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.

2. Информационные технологии

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

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

3. Компьютерные технологии и численные методы

Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы решения алгебраических задач на собственные значения. Методы решения нелинейных уравнений. Метод Ньютона-Рафсона. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов.

Метод граничных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.

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

Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

4. Методы математического моделирования

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.

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

Математические модели в научных исследованиях. Математические модели механических систем с конечным числом степеней свободы: принцип Гамильтона и уравнение Лагранжа, лагранжианы материальных частиц, законы сохранения. Базовые модели механики сплошных сред. Математические модели в экономике. Математические модели в биофизике и биологии. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

Литература для подготовки

Основная

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Функциональный анализ. – М.: Наука, 1984.
2. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука. 1981.
3. Боровков А.А. Теория вероятностей. – М.: Наука. 1984.
4. Боровков А.А. Математическая статистика. – М.: Наука. 1984.
5. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука. 1978.
6. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 1997. – 316 с.
7. Математическое моделирование. – Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993.
8. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. – М.: ИЗОГРАФ. 1997. – 224 с.

9. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. – М.: Энергоатомиздат. 1996. – 544 с.

10. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2002. – 354 с.

Дополнительная

1. А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. Методы решения некорректных задач. М.: Наука. 1979 – 286с.

2. Ю.П. Пытьев Математические методы анализа эксперимента. М.: Высшая школа, 1989.

3. А.И. Чуличков. Математические модели нелинейной динамики. М.: ФИЗМАТГИЗ. 2000. – 294с.

4. В.Ф. Демьянов, В.Н. Малоземов. Введение в минимакс. М.: Наука. 1972.

5. П.С. Краснощеков, А.А, Петров. Принципы построения моделей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.

6. Е.С. Вентцель. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972.

Критерии оценивания

Ответ студента на экзамене оценивается на закрытом заседании Государственной комиссии по кандидатскому минимуму, представляет собой среднее арифметическое всех оценок, полученных выпускником на каждом этапе аттестационного испытания, с учетом среднеарифметической оценки сформированности профессиональных компетенций и определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» «неудовлетворительно».

Общие подходы к определению уровня сформированности компетенций студентов на государственном экзамене следующие:

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов,	Отлично (5)

		приемов, технологий.	
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает низестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	Хорошо (4)
Удовлетворительный	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	Удовлетворительно (3)
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно (2)

Дополнительные критерии оценки устного ответа

Критериями оценки сформированности компетенций будут выступать следующие качества знаний:

-полнота – количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу;

-глубина – совокупность осознанных знаний об объекте;

-конкретность – умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний (доказать на примерах основные положения);

-системность – представление знаний об объекте в системе, с выделением структурных ее элементов, расположенных в логической последовательности;

-развернутость – способность развернуть знания в ряд последовательных шагов;

-осознанность – понимание связей между знаниями, умение выделить существенные и несущественные связи, познание способов и принципов получения знаний.

Результаты кандидатского экзамена объявляются устно председателем государственной экзаменационной комиссии по окончании закрытого заседания государственной экзаменационной комиссии, заполнения экзаменационной ведомости, подписания протоколов.