

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

Декан факультета ВМК МГУ
академик РАН

УТВЕРЖДАЮ

/И.А. Соколов/

2022 г.

« 20 »

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

«Mathematical modeling, numerical methods and software packages»

**Программа (программы) подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
(102-01-00-122-фмн)**

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Приказом Ректора МГУ №1216 от 24 ноября 2021 года «Об утверждении Требований к основным программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемых Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова»

1. Краткая аннотация:

Программа направлена на подготовку аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», в том числе на изучение основных аспектов математического моделирования, численных методов и комплексов программ, а также для применения аппарата математических методов и алгоритмов вычислительной математики при решении задач механики и анализе прикладных проблем, разработке, анализу и моделированию систем автоматического управления для динамических систем, описываемых различными типами дифференциальных уравнений.

2. Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации.

3. Научная специальность: 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

4. Место дисциплины (модуля) в структуре Программы аспирантуры: Дисциплины (модули), направленные на подготовку к кандидатским экзаменам.

5. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах составляет 108 часов, из которых 6 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем, 102 часа составляет самостоятельная работа.

6. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: в специалитете на предыдущих уровнях высшего образования должны быть освоены общие курсы, соответствующие предыдущему уровню образования по специальностям программы.

7. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка к коллоквиумам	Всего
1. Функциональный анализ 1. Понятие меры и интеграла Лебега. 2. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. 3. Пространства Соболева. 4. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха. 5. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. 6. Дифференциальные и интегральные операторы. 7. Линейные операторные уравнения и методы их решения. 8. Элементы нелинейного функционального анализа: дифференцируемость оператора,	20	-	-	-	-	-	-	20	-	20

3

экстремальные задачи в евклидовых пространствах, выпуклые задачи на минимум.										
2. Математическая физика 1. Основные уравнения математической физики; постановки задач. Корректно и некорректно поставленные задачи. 2. Дивергентная форма записи эллиптического оператора. Обобщенное решение первой краевой задачи для уравнения Пуассона. 3. Основные свойства гармонических функций (формулы Грина, теоремы о среднем, принцип максимума). Фундаментальное решение и функция Грина для уравнения Лапласа. 4. Задача Коши для уравнения теплопроводности и уравнения колебаний (в одномерном и многомерном случаях). 5. Фундаментальные решения. Характеристики. 6. Понятие об обобщенных решениях. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений параболического и гиперболического типов; существование, единственность и непрерывная зависимость от данных задачи. 7. Теорема Стеклова о разложении в ряд Фурье по собственным функциям	24	-	-	-	-	2	2	22	-	22

задачи Штурма-Лиувилля.										
3. Теория вероятностей и математическая статистика 1. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. 2. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. 3. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. 4. Элементы теории проверки статистических гипотез. 5. Элементы многомерного статистического анализа.	21	-	-	-	-	1	1	20	-	20
4. Численные методы 1. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. 2. Численное дифференцирование и интегрирование. 3. Численные методы поиска экстремума. 4. Вычислительные методы линейной алгебры. Прямые методы, итерационные методы. 5. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. 6. Сплайн-аппроксимация, интерполяция,	20	-	-	-	-	-	-	20	-	20

приближение функций. 7. Численные методы решений уравнений математической физики, разностные методы, методы конечных объемов, метод конечных элементов. 8. Построение сеток в многомерных областях. 9. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. 10. Численные методы решения обратных и некорректно поставленных задач										
5. Методы математического моделирования 1. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике, экономике, биологии, медицине, социальных науках. 2. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. 3. Вариационные принципы построения математических моделей 4. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением. 5. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. 6. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения	10	-	-	-	-	-	-	10	-	10

вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. 7. Иерархические модели, многомасштабное моделирование.										
6. Компьютерные технологии 1. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ. 2. Суперкомпьютерные технологии. 3. Облачные технологии и распределенные вычисления. 4. Искусственный интеллект, основные понятия. Машинное обучение, нейронные сети, распознавание образов.	10	-	-	-	-	-	-	10	-	10
Промежуточная аттестация: допуск к кандидатскому экзамену	3	-	-	-	-	3	3	-	-	-
Итого	108	-	-	-	-	6	6	102	-	102

8. Образовательные технологии.

Проводятся лекции-консультации с использованием мультимедийной техники.

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Аспирантам предоставляется программа курса, задания для самостоятельной работы, презентации.

10. Ресурсное обеспечение:

Основная литература.

1. А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2004 г.
2. В. А. Треногин. Функциональный анализ. Москва: Физматлит, 2002.
3. Ф.П. Васильев. Численные методы решения экстремальных задач. М.:Наука. 1988 г.
4. А.А. Боровков. Теория вероятностей. М.:УРСС, 2009 г.
5. А.А. Боровков. Математическая статистика. М.:УРСС, 2010 г.
6. Н.Н. Калиткин. Численные методы. Санкт-Петербург:БХВ-Петербург, 2014 г.
7. Н.Н. Калиткин, Е.А. Альшина. Численные методы, Книга 1, Численный анализ. М.: Академия, 2013.
8. Н.Н. Калиткин, П.В. Карякин. Численные методы. Книга 2. Методы математической физики. М.: Академия, 2013.
9. А.А. Самарский, А.П. Михайлов. Математическое моделирование: Идеи, Методы, Примеры. М.:ФИЗМАТЛИТ. 2001 г.
10. Математическое моделирование. – Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. М.: Издательство МГУ, 1993 г.
11. А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин. Опыт математического моделирования экономики. М.:Энергоатомиздат. 1996

Дополнительная литература:

1. А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. Методы решения некорректных задач. М.:Наука. 1986 г.
2. Ю.П. Пытьев Математические методы анализа эксперимента. М.:Высшая школа, 1989 г.
3. А.И. Чуличков. Математические модели нелинейной динамики. М.:ФИЗМАТГИЗ, 2000 г.
4. В.Ф. Демьянов, В.Н. Малоземов. Введение в минимакс. М.: Наука, 1972 г.
5. П.С. Краснощеков, А.А. Петров. Принципы построения моделей. М.:Фазис, 2000 г.
6. Е.С. Николаев, А.А. Самарский. Методы решения сеточных уравнений. М.:Наука, 1978 г.

7. Е.С. Николаев. Методы решения сеточных уравнений. М.:Макс-Пресс, 2018 г.

8. А.А.Самарский. Теория разностных схем. 3 изд. М.:Наука, 1989 г.

11. Язык преподавания – русский

12. Автор программы

д. ф.-м. н., профессор Разгулин А. В.,

д. ф.-м. н., профессор Фомичев В.В.,

д. ф.-м. н., профессор Мухин С.И.

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Допуск к сдаче кандидатского экзамена получают аспиранты, сдавшие свыше 65% тестовых контрольных работ.

Тестовые контрольные работы, основываются на вопросах кандидатского минимума по соответствующей специальности.