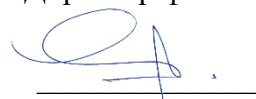


Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
в городе Сарове

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала МГУ в городе
Сарове

 /В.В. Воеводин/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

«Алгебраические вычисления, тензоры, оптимизация»

Уровень высшего образования:

Подготовка магистров (неинтегрированная магистратура)

Направление подготовки (специальность):

«Прикладная математика и информатика» (01.04.02) (3++)

Направленность (профиль) ОПОП:

«Вычислительные методы и методика моделирования»

Форма обучения:

Очная

Саров 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" программы магистратуры в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2020 г. №1366.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Алгебраические вычисления, тензоры, оптимизация.

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в магистратуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление 01.04.02 «Прикладная математика и информатика». Направленность (профиль) «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания», Образовательная программа «Вычислительные методы и методика моделирования».

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть магистерских образовательных программ «Вычислительные методы и методика моделирования», изучается в 1 семестре.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
Использовать современные численные и аналитические методы для решения задач математической физики, алгебры, интегральных и дифференциальных уравнений, в том числе для решения многомерных задач механики и электродинамики сплошных сред, переноса, конвекции-диффузии и в других, практически интересных, областях (МКП-2). Разрабатывать численные методы решения дифференциальных уравнений с частными производными и интегральных уравнений, вариационные и оптимизационные численные алгоритмы с заданными свойствами (МКП-3)	З1 (МКП-2) Знать: Основные разложения матриц и многомерных массивов и основные на них алгебраические алгоритмы быстрых вычислений У1 (МКП-3) Уметь Применять методы разложений матриц и тензоров и основанные на них алгебраические методы при решении вычислительных задач В1 (МКП-2) Владеть базовыми знаниями в области матричных и тензорных вычислений и принципами их использования в профессиональной деятельности

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часов.

72 часа составляет контактная работа с преподавателем – 68 часов занятий лекционного типа, 0 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов индивидуальных консультаций, 0 часа групповых консультаций, 0 часов мероприятий текущего контроля успеваемости, 4 часа промежуточной аттестации.

72 часа составляет самостоятельная работа учащегося.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по математическому анализу, линейной алгебре, функциональному анализу, численным методам в объеме, соответствующем основным образовательным программам бакалавриата по укрупненным группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки».

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология концентрированного обучения, Технология критериально - ориентированного обучения (полного усвоения)

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе излагаются основные сведения по эффективным методам аппроксимаций матриц и многомерных массивов (тензоров), быстрым матричным и тензорным алгоритмам и их приложениям.

Basic information on effective methods for approximating matrices and multidimensional arrays (tensor), fast matrix and tensor algorithms and their applications are presented.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы						Самостоятельная работа учащегося, часы		
		из них						из них		
Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости: коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего		
Тема 1. Разложения матриц и операторов. Алгоритмическая разрешимость и вычислительная сложность. Разделение переменных и ранг. Сингулярное разложение матриц и операторов. Принцип максимального объема. Крестовые алгоритмы строчно-столбцовой аппроксимации матриц.	40	20	-	-	-	-	20	20	-	20
Тема 2. Малоранговые разложения многомерных массивов Разложение Таккера многомерных матриц. Тензорный ранг многомерных матриц. Тензорные	40	20	-	-	-	-	20	20	-	20

разложения и быстрые алгоритмы умножения матриц. Теорема Крускала. Тензорный поезд. Приближения малого ранга для матриц и тензоров.										
Тема 3. Быстрые алгебраические алгоритмы Разреженные решения систем линейных алгебраических уравнений и разреженные аппроксимации. Жадные алгоритмы. Вейвлет-преобразования. Методы для блочно-малоранговых матриц. Алгебраический мультипольный метод. Методы для многоуровневых квазисепарабельных матриц. Циркулянтные матрицы, преобразование Фурье, периодическая и аperiodическая свертка. Теплицевы матрицы и их обобщения. Блочные и многоуровневые матрицы. Методы решения полиномиальных уравнений. Базисы Гребнера. Алгоритм Бухбергера.	60	28		-	-	-	28	32	-	32
Промежуточная аттестация – экзамен	4	4	-	-	-	-	4	-	-	-
Итого	144						72			72

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к промежуточной аттестации.

11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная учебно-методическая литература

1. Е.Е.Тыртышников, Методы численного анализа, М.: Издательский центр "Академия", 2007.
2. Е.Е.Тыртышников, Основы алгебры, М.: Физматлит, 2017.

Дополнительная литература

1. В.В.Воеводин, Вычислительные основы линейной алгебры, М.: Наука, 1977.
2. Е.С.Николаев, Методы решения сеточных уравнений, М.: МАКС пресс, 2018.
3. С.К.Годунов, Современные аспекты линейной алгебры, Новосибирск: Научная книга, 1997.
4. Голуб Дж., Ван Лоан Ч., Матричные вычисления, М.: Мир, 1999.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<https://elibrary.ru>

<https://www.scopus.com>

<http://apps.webofknowledge.com>

Информационные технологии, используемые в процессе обучения

Использование электронных образовательных ресурсов, электронных библиотек.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованный интерактивной или меловой доской и средствами интерактивной видеотрансляции.

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

акад., проф.. д.ф.м.н. Тыртышников Евгений Евгеньевич (eugene.tyrtysnikov@gmail.com)

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине

«Численные методы в интегральных уравнениях и их приложения»

Промежуточная аттестация экзамена, в ходе которого дается задание, проверяющее приобретенные учащимся умения и навыки, и проводится индивидуальное собеседование, проверяющее приобретенные знания.

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены ниже.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ из соответствующих карт компетенций					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
З1 Знать: Основные разложения матриц и многомерных массивов и основные на них алгебраические алгоритмы быстрых вычислений	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основных разложениях матриц и многомерных массивов и основных на них алгебраических алгоритмы быстрых вычислений	В целом сформированные, но неполные знания об основных разложениях матриц и многомерных массивов и основных на них алгебраических алгоритмы быстрых вычислений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных разложениях матриц и многомерных массивов и основных на них алгебраических алгоритмы быстрых вычислений	Сформированные систематические знания об основных разложениях матриц и многомерных массивов и основных на них алгебраических алгоритмы быстрых вычислений	индивидуальное собеседование
У1 Уметь применять методы разложения матриц и тензоров и основанные на них алгебраические методы при решении	Отсутствие умений	Фрагментарные умения в области применения методов разложения матриц и тензоров и основанных на них алгебраические методы при решении вычислительных задач	В целом сформированное, но не систематическое умение в области применения методов разложения матриц и тензоров и основанных на них алгебраические методы при решении вы-	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение в области применения методов разложения матриц и тензоров и основанных на них алгебраические методы при	Сформированное систематическое умение в области применения методов разложения матриц и тензоров и основанных на них алгебраические методы при решении	Задание из экзаменационного билета

вычислительных задач			числительных задач	решении вычислительных задач	вычислительных задач	
В1 Владеть базовыми знаниями в области матричных и тензорных вычислений и принципами их использования в профессиональной деятельности	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение базовыми знаниями в области матричных и тензорных вычислений и принципами их использования в профессиональной деятельности	В целом сформированное, но не систематическое владение базовыми знаниями в области матричных и тензорных вычислений и принципами их использования в профессиональной деятельности	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы владение базовыми знаниями в области матричных и тензорных вычислений и принципами их использования в профессиональной деятельности	Сформированное систематическое владение базовыми знаниями в области матричных и тензорных вычислений и принципами их использования в профессиональной деятельности	Задание из экзаменационного билета

Фонды оценочных средств

Список вопросов для индивидуального собеседования на промежуточной аттестации.

1. Алгоритмическая разрешимость и вычислительная сложность.
2. Разделение переменных и ранг.
3. Сингулярное разложение матриц и операторов.
4. Принцип максимального объема. Крестовые алгоритмы строчно-столбцовой аппроксимации матриц.
5. Разложение Таккера многомерных матриц.
6. Тензорный ранг многомерных матриц. Тензорные разложения и быстрые алгоритмы умножения матриц.
7. Теорема Крускала.
8. Тензорный поезд.
9. Приближения малого ранга для матриц и тензоров.
10. Разреженные решения систем линейных алгебраических уравнений и разреженные аппроксимации.
11. Жадные алгоритмы.
12. Вейвлет-преобразования.
13. Методы для блочно-малоранговых матриц. Алгебраический мультипольный метод.
14. Методы для многоуровневых квазисепарабельных матриц.
15. Циркулянтные матрицы, преобразование Фурье, периодическая и аperiodическая свертка.
16. Теплицевы матрицы и их обобщения. Блочные и многоуровневые матрицы.
17. Методы решения полиномиальных уравнений. Базисы Гребнера. Алгоритм Бухбергера.

Примерное задание из экзаменационного билета для промежуточной аттестации.

ПКЗ ПА. Сингулярное разложение матриц и операторов.

Сформулировать структуру сингулярного разложения матрицы, описать алгоритм сингулярного разложения матрицы, проиллюстрировать работу алгоритма на примере.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Итоговая оценка промежуточной аттестации складывается из наличия теоретических знаний, практических навыков и умений. На основе анализа результатов обучения «Знать», «Уметь», «Владеть» выставляется оценка по каждой из указанных категорий в соответствии с критериями и показателями результата оценивания результата обучения, приведенными в таблице выше. Итоговую оценку рекомендуется ставить как среднюю из оценок по трем категориям результатов обучения при пересчете на 5-бальный эквивалент («неудовлетворительно» - 2, «удовлетворительно» - 3, «хорошо» - 4, «отлично» - 5). При этом, если по одной из категорий оценка «неудовлетворительно», то может быть выставлена общая оценка «удовлетворительно» (не выше) при наличии положительных оценок по другим категориям. Если по двум категориям оценка «неудовлетворительно», общая оценка «неудовлетворительно».