

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156291	Методы сжатия изображений

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Математика	Код ОП 1. 01.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Математика	Код направления и уровня подготовки 1. 01.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Глазырина Полина Юрьевна	кандидат физико- математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	математического анализа

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методы сжатия изображений

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из трех дисциплин «Аналитические методы сжатия изображений», «Сферические коды», «Введение в сплайны и всплески». Рассматриваются методы сжатия изображений дискретное косинусное и вейвлет преобразования, фрактальный алгоритм. Даются необходимые сведения из математической теории. Студентам предлагается практически реализовать сжатие изображений на компьютере. В курсе «Сферические коды» изучаются экстремальные задачи для сферических кодов, дается представления о применении сферических кодов для кодирования и передачи информации. В курсе «Введение в сплайны и всплески» рассматриваются экстремальные задачи, приводящие к сплайнам, аппроксимативным свойствам сплайнов, оценкам погрешности аппроксимации

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Пакеты прикладных программ	2
2	Аналитические методы сжатия изображений	2
3	Сферические коды	2
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Кратные интегралы и функциональные ряды 2. Теория функций 3. Анализ функций одного и нескольких переменных
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
---------------------------	--------------------------------	--

1	2	3
Аналитические методы сжатия изображений	ПК-6 - Способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научнотехнической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний	З-1 - Описывать современные методы математического и алгоритмического моделирования У-1 - Анализировать задачи в различных сферах деятельности с использованием математического и алгоритмического аппарата П-1 - Разрабатывать модели для управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний
Пакеты прикладных программ	ПК-4 - Способен разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ	З-1 - Перечислить необходимые алгоритмы математического моделирования для задачи из профессиональной деятельности У-1 - Определять оптимальные методы для построения различных математических моделей, выделять необходимые языки программирования П-1 - Осуществить компиляцию алгоритмов для математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ
Сферические коды	ПК-2 - Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	З-1 - Определять необходимые методы для создания новых математических моделей с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники У-1 - Анализировать разработанные математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов математического моделирования для различных областей, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Пакеты прикладных программ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Борбунов Алексей Николаевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавателе ль	математического анализа

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 2 от 13.04.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Борбунов Алексей Николаевич, Старший преподаватель, математического анализа

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Набор и верстка математических текстов в системе LaTeX	<p>Основные понятия. Историческая справка. Как происходит работа с системой LaTeX, структура программного комплекса. Обзор различных сред разработки.</p> <p>Исходный файл LaTeX-документа, структура исходного текста. Спецсимволы, группы, окружения. Команды и их задание в тексте. Обработка ошибок компиляции.</p> <p>Набор текста. Смена шрифтов. Ручное управление пробелами, переносами строк и страниц. Абзацы.</p> <p>Набор формул. Основные принципы.</p> <p>Алфавит математики: диакритические символы, греческие буквы, дополнительные символы, бинарные операции и символы сравнения, разделители, символы переменного размера, стрелки, многоточия, функции типа логарифм. Синонимы. Основные структуры: степени, индексы, дроби, корни. Размещение объектов друг над другом, матрицы. Символы AMS-TeX.</p> <p>Нумерация формул. Автоматическая генерация ссылок. Многострочные формулы. Разрядка в математических формулах.</p> <p>Модификация существующих команд и создание новых. Сноски. Создание списка литературы, перекрестное цитирование.</p>

		<p>Окружения типа «Теорема».</p> <p>Разбиение исходного текста на части. Подчинение счетчиков. Верстка таблиц.</p> <p>Перечни.</p> <p>Добавление рисунков.</p> <p>Колонтитулы. Заметки на полях.</p> <p>Оформление текста в целом. Параметры страницы. Создание титульного листа, оглавления, предметного указателя.</p> <p>Конвертирование TeX-файлов в форматы ps, pdf, html.</p> <p>Подготовка слайдов (пакеты Slides, Beamer).</p>
2	Пакет аналитических вычислений Maple	<p>История разработки Maplesoft Maple. Среда Maple. Интерфейс. Объекты Maple. Язык программы. Структура объектов: выражения, числа и константы, строки и имена, последовательности выражений, наборы и списки, операторы присваивания и тождества, функции, операторы Maple. Определение типов объектов. Анализ структуры объектов. Команды Maple. Последовательности параметров. Автоматически загружаемые команды и команды, загружаемые из библиотек. Преобразование выражений. Различные способы задания функций. Графика и анимация (двумерная и трехмерная).</p> <p>Визуализация численных решений.</p> <p>Программирование в Maple. Условные операторы, циклы, команды ввода/вывода, процедуры, функции. Обзор специализированных пакетов в Maple.</p> <p>Примеры вычислений. Операции с полиномами.</p> <p>Алгебраические преобразования.</p> <p>Тригонометрические преобразования. Решение уравнений и неравенств. Геометрические построения. Пределы, суммы, произведения, ряды.</p> <p>Дифференцирование. Интегрирование (аналитическое и численное). Исследование поведения функций. Примеры из линейной алгебры. Матрицы, векторы, операции с ними. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Уравнения в частных производных. Примеры из теории вероятностей, статистики, алгебры логики, линейного программирования.</p>
3	Некоторые сведения о других математических прикладных программных средствах	<p>Wolfram Mathematica. Сравнение возможностей Maple и Mathematica.</p> <p>Обзорная информация о Wolfram Alpha, Mathworks MATLAB. Тенденции развития математических прикладных программных средств.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-4 - Способен разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ	З-1 - Перечислить необходимые алгоритмы математического моделирования для задачи из профессиональной деятельности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Пакеты прикладных программ

Электронные ресурсы (издания)

1. Львовский, С. М.; Работа в системе LaTeX: курс : учебное пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234150> (Электронное издание)
2. Дьяконов, В. П.; Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271992> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Аладьев, В. З.; Системы компьютерной алгебры: Maple: искусство программирования; Лаборатория Базовых Знаний, Москва; 2006 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Пакеты прикладных программ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathematica10.2 Educational Network Increment Bundled List Price Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11 Свободное ПО: Mozilla Firefox, онлайн редактор LaTeX, https://ru.overleaf.com/
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathematica10.2 Educational Network Increment Bundled List Price Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11 Свободное ПО: Mozilla Firefox, онлайн редактор LaTeX, https://ru.overleaf.com/
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Mathematica10.2 Educational Network Increment Bundled List Price Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11 Свободное ПО: Mozilla Firefox, онлайн редактор LaTeX, https://ru.overleaf.com/

4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Свободное ПО: Mozilla Firefox, онлайн редактор LaTeX, https://ru.overleaf.com/
---	----------------------------------	--	---

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Аналитические методы сжатия изображений

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Борбунов Алексей Николаевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	математического анализа
2	Глазырина Полина Юрьевна	кандидат физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	математического анализа

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 2 от 13.04.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Борбунов Алексей Николаевич, Старший преподаватель, математического анализа
- Глазырина Полина Юрьевна, Заведующий кафедрой, математического анализа

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
2.1	Введение	<p>Аналоговое и цифровое, растровое и векторное представление изображений. Кодирование изображений. Разрешение и глубина цвета. Нормировка. Квантование. Аналогово-цифровое преобразование: линейное и нелинейное. Количество данных, необходимое для хранения изображения.</p> <p>Полноцветные изображения и изображения с ограниченным количеством цветов. Палитра. Создание палитры. Алгоритм GLA (LBG). Дизеринг (dithering - дрожание), как метод создания иллюзии изменения оттенков серого или создания дополнительных цветов.</p> <p>Общая информация о сжатии цифровых изображений без потерь. Кратко об основных форматах хранения изображений без потерь: BMP (и его разновидности), GIF, TIFF, PNG.</p>
2.2	Принципы сжатия изображений с потерями	<p>Свойства человеческого зрения, строение глаза. Яркость и цветность. Преобразование цветного изображения в чёрно-белое. Повышенная чувствительность человеческого глаза к зелёному цвету. Цветовые пространства, примеры. Проблема оценки качества изображения: объективный (с использованием метрик) и субъективный (с использованием экспертных оценок) методы. Метрики для оценки качества изображения. Сравнение различных метрик. PSNR. Зависимость оценки качества от прикладной области, где будет использоваться</p>

		хранимое (либо передаваемое) изображение. Артефакты. Кратко о пост-обработке (постпроцессинге) восстановленного после сжатия изображения.
2.3	Дискретное косинусное преобразование.	Дискретизация сигнала. Понятие амплитуды, энергии. Избыточность информации в сигналах естественного происхождения. Задача декорреляции. Ортогональные преобразования. Базис ортогонального преобразования. Преобразование Уолша-Адамара. Дискретное косинусное преобразование. Некоторые сведения о других ортогональных преобразованиях (Кархунена-Лоэвэ, дискретное синусное преобразование).
2.4	Формат JPEG	Реализация алгоритма сжатия изображений с использованием дискретного косинусного преобразования. Таблицы квантования. Зигзагообразное сканирование. Кодирование. Формат JPEG, его характеристики и особенности.
2.5	Вейвлеты	Преобразование Фурье (обзорно): свойства, принцип неопределенности. Полная вариация. Эффект Гиббса. Вейвлет-базисы. Ортогональные вейвлет-базисы. Характеристики вейвлет-базисов (нулевые моменты, размер носителя, гладкость). Некоторые классические вейвлет-базисы. Быстрое вейвлет-преобразование. Биортогональные вейвлет-базисы. Двумерные вейвлет-базисы и быстрое двумерное вейвлет-преобразование. Вейвлет-базисы на отрезке. Линейные и нелинейные вейвлет-аппроксимации. Оценки точности линейной и нелинейной аппроксимации для кусочно-гладкого сигнала/изображения и сигнала/изображения с ограниченной вариацией. Аппроксимации с адаптивной геометрией.
2.6	Формат JPEG2000	Формат JPEG2000, его общие характеристики и особенности реализации. Сравнение JPEG и JPEG2000.
2.7	Фрактальный метод сжатия изображений	Историческая справка о возникновении фрактальной теории. Метрика Хаусдорфа. Кривые Пеано и др. Бенуа Мандельброт и его книга «Фрактальная геометрия природы». Комплексная динамика, множества Жюлиа и Мандельброта. Системы итерируемых функций (обзор работ Джона Хатчинсона, Майкла Барнсли). Теоретические основы классического метода фрактального сжатия. Метрические пространства. Сжимающие отображения, их свойства. Теорема Банаха о неподвижной точке сжимающего отображения. Неравенство Барнсли. Метод наименьших квадратов. Реализация алгоритма фрактального сжатия изображений. Построение системы итерируемых кусочно-определённых функций, определяющей сжимающее отображение. Аффинные

		<p>преобразования, трансформации блоков изображений. Разбиение на ранговые блоки по принципу квадродерева.</p> <p>Преимущества и недостатки алгоритма фрактального сжатия. Способы ускорения работы алгоритма фрактального сжатия. Классификация блоков изображения.</p>
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-6 - Способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научнотехнической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний	З-1 - Описывать современные методы математического и алгоритмического моделирования

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитические методы сжатия изображений

Электронные ресурсы (издания)

1. Гонсалес, Р., Р., Чочиа, П. А., Рубанова, Л. И.; Цифровая обработка изображений: практические советы; Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233465> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Сэломон, Д., Чепыжов, В. В.; Сжатие данных, изображений и звука : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Прикладная математика"; Техносфера, Москва; 2004 (30 экз.)

2. Малла, С., Жилейкин, Я. М.; Вэйвлеты в обработке сигналов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 010200 "Прикладная математика и информатика" и по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика"; Мир, Москва; 2005 (5 экз.)

3. Чуи, Ч. К., Чарльз К., Жилейкин, Я. М.; Введение в вэйлеты; Мир, Москва; 2001 (29 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://www.edu.ru/> - Федеральный портал. Российское образование.

<http://study.urfu.ru> –портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

<http://lib.urfu.ru> - Зональная научная библиотека ФГАОУ ВО УрФУ

<http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2320> - Списки рекомендованной литературы от ЗНБ

<http://biblioclub.ru> - портал-библиотека электронных книг

<http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=81> - заказ литературы из электронного каталога

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитические методы сжатия изображений

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab R2014a + Simulink Свободное ПО: Mozilla Firefox
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab R2014a + Simulink

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Свободное ПО: Mozilla Firefox
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Свободное ПО: Mozilla Firefox</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Сферические коды

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бабенко Александр Григорьевич	д. ф.-м. н., старший науч. сотр.	профессор	Кафедра математического анализа
2	Борбунов Алексей Николаевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	математического анализа

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 2 от 13.04.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Бабенко Александр Григорьевич, профессор, Кафедра математического анализа**
- **Борбунов Алексей Николаевич, Старший преподаватель, математического анализа**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
2.1	Основы сферической геометрии	Единичная сфера в трехмерном евклидовом пространстве с центром в начале координат. Малая дуга большого круга как геодезическая на сфере. Метрика на сфере. Скалярное произведение, матрица Грама. Свойства матрицы Грама. Скалярные произведения между точками на единичной сфере. Вид матрицы Грама для набора точек на сфере. Сферы больших размерностей. Гиперплоскости и сечения. Инвариантность решений задач сферической геометрии относительно операции вращения. Некоторые соотношения для сферических треугольников.
2.2	Экстремальные расположения точек на сфере	Сферические коды. Задача о контактном числе. Задача «о диктаторах» (задача Таммеса). Задача минимизации потенциальной энергии системы точечных зарядов на сфере (задача Томсона). Экстремальные свойства правильных многогранников. Решетки в многомерных пространствах. Решетка E8 (она же решетка Коркина–Золотарёва). Решетка Лича.

		Некоторые неправильные расположения точек на сфере. Численное решение задач об экстремальных расположениях точек на сфере (метод ветвей и границ).
2.3	Практическое применение в теории кодирования	Применение сферических кодов для кодирования/декодирования сигналов при передаче информации по зашумленному каналу. Вложение двоичного пространства Джонсона на евклидову сферу. Связь между задачами о сферических кодах с задачами о мощности взвешенных двоичных кодов.
2.4	Основы гармонического анализа на евклидовой сфере	Ультрасферические многочлены (многочлены Гегенбауэра), определение и основные свойства. Положительно определенные функции и операторы. Положительная определенность функции на сфере, связь с разложением этой функции по многочленам Гегенбауэра (теорема Шонберга). Схема Дельсарта оценки сверху контактных чисел (оценки снизу минимума потенциальной энергии системы точечных зарядов на сфере). Прямая и двойственная задачи бесконечномерного линейного программирования.
2.5	Задачи полуопределённого программирования	Положительно полуопределённые матрицы, их связь с матрицами Грама и неотрицательными многочленами нескольких переменных. Задачи полуопределённого программирования. Численное решение задач полуопределённого программирования методом внутренних точек. Сведение некоторых задач бесконечномерного линейного программирования к задачам полуопределённого программирования. Развитие схемы Дельсарта.
2.6	Решение систем нелинейных алгебраических уравнений	Кольцо многочленов от нескольких переменных с рациональными коэффициентами. Идеалы этого кольца. Связь идеалов с системами нелинейных алгебраических уравнений. Решение систем нелинейных алгебраических уравнений. Базис Грёбнера. Регулярные цепи

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	З-1 - Определять необходимые методы для создания новых математических моделей с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники

1.4. Программа дисциплины реализуется .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сферические коды

Электронные ресурсы (издания)

1. Тот, Л. Ф.; Расположения на плоскости, на сфере и в пространстве; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва; 1958; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447999> (Электронное издание)
2. Сидельников, В. М.; Теория кодирования : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68384> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Конвей, Д.; Упаковки шаров, решетки и группы: В 2 т. : Пер. с англ. Т. 2. ; Мир, Москва; 1990 (3 экз.)
2. Конвей, Д.; Упаковки шаров, решетки и группы: В 2 т. : Пер. с англ. Т. 1. ; Мир, Москва; 1990 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Musin O.R. The kissing number in four dimensions // Ann. of Math., no. 1 (168), 2008. – pp.132.
2. Agrell E., Vardy A., Zeger K. Upper Bounds for Constant-Weight Codes // IEEE transactions on information theory, vol. 46, No. 7, November 2000. – pp.2373-2395.
3. Schoenberg, I.J. Positive definite functions on spheres // Duke Math. J., 9, 1942. – pp. 96-108.

4. Anderson E.J., Nash P. Linear programming in infinite-dimensional spaces: Theory and Applications // Wiley Interscience series in discrete mathematics and optimization, 1987. xii+172 pp.
5. Vallentin F. Lecture notes: Semidefinite programs and harmonic analysis // arXiv:0809.2017v1 [math.OC], 2008.
6. Bachoc C., Vallentin F. New upper bounds for kissing numbers from semidefinite programming // J. Amer. Math. Soc. 21, 2008. – pp.909-924.
7. Аржанцев И.В. Базисы Грёбнера и системы алгебраических уравнений // М.: МЦНМО. 2003, – 68 с.
8. Арестов В.В., Бабенко А.Г. О схеме Дельсарта оценки контактных чисел // Тр. МИАН. 1997. Т. 219. С. 44–73.
9. Куклин Н.А. Метод Дельсарта в задаче о контактных числах пространств больших размерностей // Тр. Ин-та математики и механики УрО РАН. 2012. Т. 18, № 4. С. 224–239.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://neilsloane.com/packings/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сферические коды

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Свободное ПО: Mozilla Firefox

2	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Свободное ПО: Mozilla Firefox</p>
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Свободное ПО: Mozilla Firefox</p>