

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
1156728	Гармонический анализ и его применение

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Современные проблемы математики 2. Современные проблемы компьютерных наук	Код ОП 1. 01.04.01/33.01 2. 02.04.01/33.01
Направление подготовки 1. Математика; 2. Математика и компьютерные науки	Код направления и уровня подготовки 1. 01.04.01; 2. 02.04.01

Программа модуля 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	Байдакова Наталия Васильевна	доктор физико-математических наук, без ученого звания	Профессор	математического анализа
3	Дейкалова Марина Валерьевна	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	математического анализа
4	Плещева Екатерина Александровна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	математического анализа

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Гармонический анализ и его применение

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят три дисциплины: «Основы гармонического анализа», «Всплески», «Сплаины». Цель курса «Основы гармонического анализа» – ознакомить студентов с аппаратом гармонического анализа, рядами и интегралами Фурье, непрерывным и дискретным преобразованиями Фурье, проиллюстрировать приложения методов анализа Фурье к решению конкретных задач. Методы гармонического анализа используются в современных способах кодирования графической информации. Важное место в курсе занимает конструкция интеграла Лебега, на которой базируются, в частности, стохастические методы математического моделирования процессов хранения, передачи и защиты информации. Цель курса «Всплески» – изложить основы нового направления в теории функций – теории ортогональных и биортогональных базисов всплесков, обеспечив слушателям возможность дальнейшего самостоятельного изучения литературы по этой тематике. Показать перспективность использования аппарата теории всплесков в гармоническом анализе, в задачах представления, аппроксимации и восстановления функций, в задачах обработки и фильтрации сигналов, кодирования изображений и других прикладных задачах. Сделать обзор по так называемым всплескам второго поколения, по связи с «уточняющими алгоритмами», применяемыми в компьютерном дизайне для численной аппроксимации почти интерполяционными функциями. Целью освоения курса «Сплаины» является получение студентами информации о применении соответствующих аппаратов для восполнения сеточных функций, сжатия информации и других использованиях в приложениях. Курс расширяет знания по классическим интерполяционным методам, прививает навыки владения методами аппроксимации функций сплайнами и всплесками с приложением к решению задач сжатия информации, сглаживания экспериментальных данных, приближенного решения дифференциальных и интегральных уравнений. Обсуждается состояние и направление развития этой тематике в России и в мировой науке

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	Всплески	3
2	Основы гармонического анализа	3
3	Сплаины	3
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Математический анализ

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
Всплески	<p>ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>ПК-1 - Способен применять фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий</p>	<p>З-1 - Изложить актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики</p> <p>У-1 - Строго доказывать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата</p> <p>П-1 - Иметь опыт решения актуальных и значимых проблем фундаментальной, прикладной и компьютерной математики</p>

		Д-1 - Демонстрировать аналитические и системные умения, способность к поиску информации
Основы гармонического анализа	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	ПК-1 - Способен применять фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	<p>З-1 - Изложить актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики</p> <p>У-2 - Решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>П-1 - Иметь опыт решения актуальных и значимых проблем фундаментальной, прикладной и компьютерной математики</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические и системные умения, способность к поиску информации</p>
Слайны	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области

	<p>области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>ПК-1 - Способен применять фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий</p>	<p>З-2 - Классифицировать основные подходы к анализу и обобщению результатов теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>У-1 - Строго доказывать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические и системные умения, способность к поиску информации</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Всплески

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Плещева Екатерина Александровна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	математического анализа

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Плещева Екатерина Александровна, Доцент, 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	Предыстория базисов всплесков	Формальное определение (описание) базисов всплесков. Интерпретация системы функций Хаара на вещественной оси с позиции основной идеи базисов всплесков. Преобразование Фурье в $L_2(\mathbb{R})$. Определения и основные свойства (обзорно). Непрерывные всплески, прямое и обратное всплеск преобразование. Базисы Рисса. Определение Н.К.Бари. Эквивалентные определения. Основные свойства.
2	Кратномасштабный анализ пространства $L_2(\mathbb{R})$	Кратномасштабный анализ (КМА) пространства $L_2(\mathbb{R})$. Аксиоматика. Определение кратномасштабного анализа системой аксиом (свойств) как последовательности вложенных подпространств пространства $L_2(\mathbb{R})$. Эквивалентность двух формулировок пятой аксиомы кратномасштабного анализа в терминах базиса Рисса и в терминах ортогонального базиса пространств КМА, образованного целочисленными сдвигами масштабирующей функции. Конструкция базиса Рисса пространства V_0 на базе функций с быстрым убыванием их преобразований Фурье. Необходимые и достаточные условия на всплески и масштабирующие функции, чтобы порожденные ими пространства V_j образовывали КМА. Критерий ортонормальности системы целочисленных сдвигов масштабирующей функции в терминах ее преобразования Фурье. Конструкция ортогонального базиса всплесков пространства V_0 на основе его базиса Рисса. Базисы всплесков пространств КМА.

3	Примеры всплесков	Примеры всплесков. Кратномасштабный анализ в $L_2(\mathbb{R})$, порожденный масштабирующими функциями, преобразование Фурье которых имеет компактный носитель. КМА пространства $L_2(\mathbb{R})$ на основе полиномиальных сплайнов. Ортогональное дополнение W_0 пространства V_0 в V_1 и его ортонормированный базис всплесков. Характеризация пространства КМА в терминах преобразования Фурье его элементов. Характеризация пространства всплесков в тех же терминах. Конструкция ортогонального базиса всплесков пространства W_0 на основе базисов всплесков пространств V_0 и V_1 . Примеры: базисы всплесков пространств КМА – Мейера, Баттла – Лемарье, Стромберга и Чуи. Базисы всплесков пространства $L_2(\mathbb{R})$. Разложение пространства $L_2(\mathbb{R})$ в прямую сумму ортогональных подпространств всплесков, дополняющих пространства КМА до следующих по вложению. Базисы j -го пространства всплесков и всего пространства $L_2(\mathbb{R})$. Конкретные классы базисов: Мейера, Чуи, Добеши.
4	Аппроксимативные свойства регулярных базисов всплесков в $L_2(\mathbb{R})$	Теорема Малла. Оценки погрешности аппроксимации функций частичными суммами рядов Фурье по базисам всплесков с компактным носителем.
5	Всплески в многомерном случае	Случай функций нескольких переменных (обзорно). Конструкция несепарабельных КМА и базисов всплесков в пространстве L_2 на m -мерном евклидовом пространстве. Конструкция базисов всплесков в $L_2(\mathbb{R}^m)$ по методу тензорного произведения одномерных базисов всплесков. Базисы всплесков функциональных пространств $L_2(\mathbb{R}^m)$, $C(\mathbb{R}^m)$, $H_p(\mathbb{R}^m)$ и пространств Бесова.
6	Периодические базисы всплесков	Периодические базисы всплесков. Периодизация функций на основе сумматорной теоремы Пуассона. Периодические базисы всплесков Мейера и Осколкова – Оффина в пространствах периодических функций. Их аппроксимативные свойства.
7	Базисы всплесков в гармоническом анализе и прикладных задачах	Базисы всплесков в гармоническом анализе и прикладных задачах. Биортогональные системы масштабирующих функций и всплесков. Нестационарные всплески. Всплески второго поколения (по Свелдену), обзорно.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Всплески

Электронные ресурсы (издания)

1. Люмис, Л., Л.; Введение в абстрактный гармонический анализ; Иностранная литература, Москва; 1956; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459767> (Электронное издание)

2. Васильев, С. Н.; Гармонический анализ : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/66145.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Васильев, С. Н.; Гармонический анализ : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 010100 "Математика", 010200 "Математика и компьютерные науки", 090301 "Компьютерная безопасность", 230700 "Прикладная информатика".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014; <http://hdl.handle.net/10995/40707> (Электронное издание)
2. Новиков, И. Я., Протасов, В. Ю., Скопина, М. А.; Теория всплесков; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2005 (1 экз.)
3. Новиков, И. Я.; Теория всплесков; Физматлит, Москва; 2005 (2 экз.)
4. 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.)
5. Малла, С., Жилейкин, Я. М.; Вэйвлеты в обработке сигналов : учеб. пособие для вузов.; Мир, Москва; 2005 (1 экз.)
6. Добеши, И., Мищенко, Е. В., Петухов, А. П.; Десять лекций по вейвлетам; РХД, Москва; 2004 (5 экз.)
7. Чуи, Ч. К., Чарльз К., Жилейкин, Я. М.; Введение в вэйвлеты; 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://biblioclub.ru> – портал-библиотека электронных книг

<http://www.elibrary.ru/> - научная электронная библиотека

<http://www.sciencedirect.com/> - сайт издательства Elsevier

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Всплески

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
4	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы гармонического анализа

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

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Бабенко Александр Григорьевич, профессор, Кафедра 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	Введение	Мера и интеграл Лебега в многомерном евклидовом пространстве. Теорема Фубини. Пространства L_p (p не меньше 1) функций нескольких переменных. Свертка двух функций.
2	Преобразование Фурье в пространстве L функций на многомерном евклидовом пространстве	Преобразование Фурье в пространстве L функций на многомерном евклидовом пространстве. Простейшие свойства преобразования Фурье; теорема Римана–Лебега. Преобразование Фурье свертки суммируемых функций. Дифференцирование преобразования Фурье суммируемой функции. Преобразование Фурье производной в L суммируемой функции. Методы суммирования интегралов. Ядра Абеля и Гаусса – Вейерштрасса; их преобразования Фурье. Теорема умножения для преобразований Фурье суммируемых функций. Обращение в L преобразования Фурье суммируемой функции. Дифференцирование почти всюду интеграла Лебега локально суммируемой функции. Точки Лебега локально суммируемой функции. Поточечное обращение преобразования Фурье суммируемой функции.
3	Преобразование Фурье в пространство L_2 функций, суммируемых с квадратом на многомерном евклидовом пространстве	Преобразование Фурье в пространстве L_2 функций, суммируемых с квадратом на многомерном евклидовом пространстве. Лемма о норме в L_2 преобразования Фурье функций из пересечения пространств L и L_2 . Конструкция преобразования Фурье функции из L_2 . Свойство изометричности оператора Фурье в L_2 . Конструкция обратного

		оператора для оператора Фурье на L_2 . Равенство Парсеваля и обобщенное равенство Парсеваля.
4	Приложения	Решение уравнения Лапласа в полуплоскости и круге. Принцип неопределенности Гейзенберга. Формула суммирования Пуассона. Теорема Винера – Пэли. Преобразование Радона.
5	Обобщенные функции медленного роста	Пространство S бесконечно дифференцируемых быстро убывающих функций. Топология. Основные свойства. Преобразование Фурье и свертка функций из S . Основные топологические свойства пространства S и пространства D бесконечно дифференцируемых функций с компактным носителем. Пространство S' обобщенных функций медленного роста. Конкретные элементы этого пространства. Характеризация элементов из S' . Свертка обобщенной и основной функций. Преобразование Фурье обобщенной функции.
6	Представление линейных ограниченных операторов, коммутирующих со сдвигом в L_p	Преобразование Фурье функций из L_p (p не меньше 1) как обобщенных функций. Лемма Соболева. Представление линейных ограниченных операторов, коммутирующих со сдвигом, из L_p в L_q , в частности, из L_2 в L_2 , из L в L .

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы гармонического анализа

Электронные ресурсы (издания)

1. Шилов, Г. Е.; Математический анализ: второй специальный курс; Наука, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468252> (Электронное издание)
2. Гельфанд, И. М.; Обобщенные функции и действия над ними : учебное пособие.; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва; 1959; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459735> (Электронное издание)
3. Колмогоров, А. Н.; Элементы теории функций и функционального анализа : учебник.; Физматлит, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82563> (Электронное издание)
4. Бесов, О. В.; Лекции по математическому анализу : учебник.; Физматлит, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275467> (Электронное издание)
5. Снеддон, И., И., Матвеев, А. Н., Рабинович, Ю. Л.; Преобразования Фурье; Изд-во иностр. лит., Москва; 1955; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222520> (Электронное издание)
6. Данфорд, Н., Н., Костюченко, А. Г.; Линейные операторы; Мир, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456615> (Электронное издание)
7. Васильев, С. Н.; Гармонический анализ : учебное пособие.; Уральский федеральный университет,

ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/66145.html> (Электронное издание)

8. Арестов, В. В.; Введение в теорию функций действительного переменного: мера и интеграл Лебега на прямой : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/106351.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Стейн, И., Соломенцев, Е. Д., Стечкин, С. Б., Жаринов, В. В.; Введение в гармонический анализ на евклидовых пространствах; Мир, Москва; 1974 (5 экз.)

2. Рудин, У., Лин, В. Я., Горин, Е. А.; Функциональный анализ; Лань, Санкт-Петербург; 2005 (1 экз.)

3. Рудин, У., Горин, Е. А., Лин, В. Я.; Функциональный анализ; Мир, Москва; 1975 (19 экз.)

4. Гельфанд, И. М.; Обобщенные функции и действия над ними; Добросвет, Москва; 2007 (2 экз.)

5. Гельфанд, И. М.; Обобщенные функции и действия над ними; Добросвет, Москва; 2000 (1 экз.)

6. Гельфанд, И. М., Шилов, Г. Е.; Обобщенные функции и действия над ними; Добросвет, Москва; 2000 (2 экз.)

7. Колмогоров, А. Н.; Элементы теории функций и функционального анализа; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2004 (15 экз.)

8. Макаров, Б. М., Подкорытов, А. Н.; Лекции по вещественному анализу : учеб. по специальности 010503 "Мат. обеспечение и администрирование информ. систем".; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2011 (5 экз.)

9. Бесов, О. В.; Лекции по математическому анализу : [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям 010400 "Прикладная математика и информатика", 010900 "Прикладная математика и физика"].; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2015 (14 экз.)

10. Рисс, Ф., Васильков, Д. А., Фомин, С. В., Теляковский, С. А.; Лекции по функциональному анализу; Мир, Москва; 1979 (6 экз.)

11. Владимиров, В. С.; Обобщенные функции в математической физике; Наука, Москва; 1979 (2 экз.)

12. Владимиров, В. С.; Обобщенные функции в математической физике; Наука, Главная редакция физико-математической литературы, Москва; 1976 (6 экз.)

13. Халмош, П., Васильков, Д. А., Фомин, С. В.; Теория меры; Издательство иностранной литературы, Москва; 1953 (1 экз.)

14. Данфорд, Н., Костюченко, А. Г.; Линейные операторы : Пер. с англ. Т. 1. Общая теория; Иностранная литература, Москва; 1962 (6 экз.)

15. Васильев, С. Н.; Гармонический анализ : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 010100 "Математика", 010200 "Математика и компьютерные науки", 090301 "Компьютерная безопасность", 230700 "Прикладная информатика".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014; <http://hdl.handle.net/10995/40707> (Электронное издание)

16. Арестов, В. В.; Введение в теорию функций действительного переменного. Мера и интеграл Лебега на прямой : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2011 (156 экз.)

17. Данилин, А. Р.; Функциональный анализ : учеб. пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 010100 "Математика", 010200 "Математика и компьютерные науки", 010800 "Механика и математическое моделирование", 090301 "Компьютерная безопасность".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2012 (169 экз.)

18. Данилин, А. Р.; Функциональный анализ для магистрантов : учебное пособие для студентов,

обучающихся по программе магистратуры по направлениям подготовки 010100 "Математика", 010200 "Математика и компьютерные науки", 010800 "Механика и математическое моделирование", 230700 "Прикладная информатика", 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии", 090102 "Информационная безопасность".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2013 (75 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные 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://www.mathnet.ru/> – общероссийский математический портал

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

<http://www.elibrary.ru/> – научная электронная библиотека

<http://www.sciencedirect.com/> – сайт издательства Elsevier

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

1. Титчмарш Э.Ч. Введение в теорию интегралов Фурье. М., Л.: ОГИЗ, 1948. - 480 с.

<https://booksee.org/book/443577>

2. Халмош П. Теория меры. М.: ИЛ, 1954. – 297 с.

<https://booksee.org/book/443587>

3. Schwartz L. Theorie des distributions, I, II. Act. Sci. Ind., 1091, 1122, Paris, 1951.

<https://archive.org/details/LaurentSchwartzThorieDesDistributionsBook4You1/page/n7/mode/2up>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы гармонического анализа

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	<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>Google Chrome</p>
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>Google Chrome</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>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>
4	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Слайны

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Байдакова Наталия Васильевна	доктор физико- математических наук, без ученого звания	Профессор	математического анализа

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Байдакова Наталия Васильевна, Профессор, 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	Экстремальная задача интерполяции. Интерполяционные сплайны	Экстремальная задача интерполяции при ограничениях на старшую производную. Интерполяционные сплайны с равномерными узлами. Явные формулы для параметров сплайна. Оценки погрешности на классах дифференцируемых функций. Неравенства Маркова для сплайнов и их применение к оценкам колмогоровских поперечников.
2	Оценки погрешности аппроксимации	Определяющие уравнения для параметров интерполяционных параболических и кубических сплайнов. Матрицы с доминирующей главной диагональю. Оценки погрешности аппроксимации.
3	Сплайны нечетной степени	Сплайны нечетной степени. Краевые условия. Размерность. Теоремы существования и единственности интерполяционных сплайнов нечетной степени. 1-е и 2-е интегральное соотношения для интерполяционных сплайнов нечетной степени. Оценки погрешности аппроксимации.
4	В-сплайны	В-сплайны. Применение сплайнов при решении краевых задач, аппроксимации неявно заданных функций, в методе наименьших квадратов.
5	Многомерные сплайны	Многомерные сплайны. Понятие о L и D_m – сплайнах.
6	Всплески	Интерполяционные всплески на основе сплайнов четной и нечетной степени с равномерными узлами. Преобразование Фурье. Функции Мейера и их обобщения. Ортонормированные системы всплесков. Условие ортонормированности в терминах

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Слайны

Электронные ресурсы (издания)

1. Алберг, Д., Д., Стечкин, С. Б.; Теория сплайнов и ее приложения : монография.; Мир, Москва; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456937> (Электронное издание)
2. Зенкевич, О., О., Победри, Б. Е.; Метод конечных элементов в технике : монография.; Мир, Москва; 1975; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457096> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бор, К. де, Галицкий, В. К., Шестаков, С. А., Скурихин, В. И.; Практическое руководство по сплайнам; Радио и связь, Москва; 1985 (3 экз.)
2. Новиков, И. Я., Протасов, В. Ю., Скопина, М. А.; Теория всплесков; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2005 (1 экз.)
3. Новиков, И. Я.; Теория всплесков; Физматлит, Москва; 2005 (2 экз.)
4. Зенкевич, О., Победри, Б. Е.; Метод конечных элементов в технике : Пер. с англ.; Мир, Москва; 1975 (2 экз.)
5. 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.)
6. Малла, С., Жилейкин, Я. М.; Вэйвлеты в обработке сигналов : учеб. пособие для вузов.; Мир, Москва; 2005 (1 экз.)
7. 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.)
8. Чуи, Чарльз К., Ч. К., Жилейкин, Я. М.; Введение в вэйвлеты : Учебник для студентов вузов.; Мир, Москва; 2001 (2 экз.)
9. Чуи, Ч. К., Чарльз К., Жилейкин, Я. М.; Введение в вэйвлеты; Мир, Москва; 2001 (29 экз.)
10. Завьялов, Ю. С., Яненко, Н. Н.; Методы сплайн-функций; Наука, Москва; 1980 (5 экз.)
11. Квасов, Б. И.; Методы изометрической аппроксимации сплайнами; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2006 (1 экз.)
12. Квасов, Б. И.; Методы изометрической аппроксимации сплайнами; Физматлит, Москва; 2006 (2 экз.)

13. Малоземов, В. Н.; Полиномиальные сплайны : учебное пособие.; Издательство Ленинградского университета, Ленинград, 1986 (1 экз.)
14. Игнатов, М. И.; Натуральные сплайны многих переменных; Наука, Ленинград; 1991 (4 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Сьярле Ф. Метод конечных элементов для эллиптических задач. – М.: Мир, 1980. <https://lib-bkm.ru/10593>
2. Стечкин С.Б., Субботин Ю.Н. Сплайны в вычислительной математике. – М.: Наука. 1976. <https://coollib.com/b/556812-sergey-borisovich-stechkin-splayny-i-v-vyichislitelnoy-matematike>

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://www.mathnet.ru/> – общероссийский математический портал
- <http://biblioclub.ru> – портал-библиотека электронных книг
- <http://www.elibrary.ru/> – научная электронная библиотека
- <http://www.sciencedirect.com/> – сайт издательства Elsevier

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сплайны

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome

		Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	
2	Консультации	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 Google Chrome
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
4	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome