

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
1156729	Гармонический анализ на евклидовой сфере

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	Дейкалова Марина Валерьевна	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	математического анализа

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Гармонический анализ на евклидовой сфере

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входит одна дисциплина «Гармонический анализ на евклидовой сфере». Цель курса – изложить основы теории сферических функций и гармонического анализа на евклидовой сфере. Схема изложения курса базируется на использовании элементарных свойств оператора Лапласа – Бельтрами на сфере и связи собственных функций этого оператора с однородными гармоническими многочленами. В качестве приложения дается применение сферических функций к решению задачи Дирихле для уравнения Лапласа в сферически симметричных областях, а также к задачам оптимального расположения заданного числа точек на сфере на основе подхода Дельсарта, базирующегося на положительно определенных функциях на сфере.

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	Гармонический анализ на евклидовой сфере	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
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
Гармонический анализ на евклидовой сфере	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях

	<p>междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</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-3 - Строго формулировать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики</p> <p>П-1 - Иметь опыт решения актуальных и значимых проблем фундаментальной, прикладной и компьютерной математики</p>
	<p>ПК-4 - Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований</p>	<p>З-1 - Перечислить актуальные направления теоретических исследований и областей практического применения в выбранной предметной области</p> <p>У-2 - Формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний</p> <p>Д-1 - Системное мышление</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Гармонический анализ на евклидовой сфере

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	Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.
2	Гармонические функции	Основные свойства гармонических функций. Определения и примеры. Свойства инвариантности. Свойство среднего значения. Принцип максимума.
3	Ядро Пуассона для шара	Ядро Пуассона для круга (двумерный случай). Лемма симметрии. Ядро Пуассона для шара (многомерный случай). Задача Дирихле для шара и ее решение.
4	Оператор Лапласа – Бельтрами на сфере. Сферические и шаровые функции	Оператор Лапласа в сферической системе. Оператор Лапласа – Бельтрами на сфере и его свойства. Размерность подпространства сферических функций заданной степени. Выражение сферических функций в сферической системе координат. Уравнение Лежандра. Производящая функция и рекуррентное соотношение. Базисность. Ортогональность сферических функций и функций Лежандра.
5	Применение к краевым задачам	Применение сферических функций для решения краевых задач в сферически симметричных областях.
6	Положительная определенность	Неотрицательная определенность матрицы Грамма. Положительная определенность многочленов Лежандра. Положительная определенность ультрасферических многочленов (многочленов Гегенбауэра). Схемы Дельсарта и Дельсарта – Юдина в задачах оптимального расположения точек на сфере (контактные числа евклидовых пространств,

		минимизация потенциальной энергии системы заданного числа одинаково заряженных частиц на сфере).
--	--	--

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

Гармонический анализ на евклидовой сфере

Электронные ресурсы (издания)

1. Тихонов, А. Н.; Уравнения математической физики; Наука, Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468275> (Электронное издание)
2. Ильин, А. М.; Уравнения математической физики : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69318> (Электронное издание)
3. Гобсон, Е. В.; Теория сферических и эллипсоидальных функций; Издательство иностранной литературы, Москва; 1952; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464147> (Электронное издание)
4. Владимиров, В. С.; Уравнения математической физики : учебник.; Физматлит, Москва; 2000; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68126> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Тихонов, А. Н., Самарский, А. А.; Уравнения математической физики : учебник для студентов физ.-мат. специальностей ун-тов.; МГУ : Наука, Москва; 2004 (1 экз.)
2. Тихонов, А. Н., Самарский, А. А.; Уравнения математической физики : учеб. пособие для вузов.; Наука, Москва; 1977 (43 экз.)
3. Владимиров, В. С., Жаринов, В. В.; Уравнения математической физики : учебник для студентов вузов.; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2004 (49 экз.)
4. Стейн, И., Соломенцев, Е. Д., Стечкин, С. Б., Жаринов, В. В.; Введение в гармонический анализ на евклидовых пространствах; Мир, Москва; 1974 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Axler S., Bourdon P., Ramey W. Harmonic Function Theory. Second Ed. Sprinser-Verlag New York. 2001. https://sites.math.washington.edu/~morrow/336_13/HFT.pdf
2. Пальцев Б.В. Сферические функции. http://mipt.ru/dasr/upload/d6c/palcev_sferfunk-arphh81ii9w.pdf

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Гармонический анализ на евклидовой сфере

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	Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES Google Chrome