

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
1156429	Функциональный анализ

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Математика и компьютерные науки	Код ОП 1. 02.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Математика и компьютерные науки	Код направления и уровня подготовки 1. 02.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бовкун Вадим Андреевич	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	математического анализа
2	Глазырина Полина Юрьевна	кандидат физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	математического анализа
3	Мельникова Ирина Валерьяновна	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	математического анализа

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Функциональный анализ**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из одноименной дисциплины и знакомит студентов с основами функционального анализа, включающие такие важные для компьютерного моделирования и защиты информации понятия, как метрика позволяющая дать количественный анализ изменения информационного сообщения, компактность и свойство непрерывных отображений на компактах лежащие в основе фрактальных методов хранения и передачи информации, а также обеспечивающие достаточные условия разрешимости различных экстремальных задач и тесно связанные с ними понятия нормы и полноты метрических пространств, а также понятие гильбертовых пространств и линейных операторов в них

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	Функциональный анализ	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Фундаментальная математика
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
Функциональный анализ	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в	З-1 - Демонстрировать понимание основных закономерностей, законов, теорий математики, их взаимосвязь с другими дисциплинами У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь

	<p>профессиональной деятельности</p>	<p>на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
	<p>ПК-1 - Способен демонстрировать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности базовые знания математических и естественных наук, современного математического аппарата, современных языков программирования и информационных технологий</p>	<p>З-1 - Формулировать основные теоремы и понятия математических и естественных наук</p> <p>У-1 - Решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математики и компьютерных наук</p> <p>П-1 - Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Функциональный анализ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бовкун Вадим Андреевич	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	математического анализа
2	Мельникова Ирина Валерьяновна	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	математического анализа
3	Филатова Мария 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:

- Бовкун Вадим Андреевич, Доцент, математического анализа
- Мельникова Ирина Валерьяновна, Профессор, математического анализа
- Филатова Мария 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	Введение.	Возникновение функционального анализа как самостоятельного раздела математики, его современное состояние и связь с приложениями.
2	Линейные нормированные пространства.	Метрические, линейные нормированные пространства. Классические примеры линейных нормированных пространств. Топология метрических и линейных нормированных пространств, сходимость последовательности в метрических и линейных нормированных пространствах. Сравнение норм, эквивалентные нормы в линейных нормированных пространствах. Непрерывные отображения, их свойства.
3	Полнота.	Полные пространства. Принцип вложенных шаров. Пополнение, теорема о пополнении (без доказательства). Принцип сжимающих отображений, применение к решению интегральных уравнений.
4	Сепарабельность.	Сепарабельные пространства, примеры. Несепарабельность пространства, в котором существует несчетное дискретное подмножество.
5	Компактность.	Компактность в метрических пространствах, свойства компактных подмножеств. Вполне ограниченность, теорема Хаусдорфа (без доказательства). Теорема Арцела (без

		доказательства). Свойства отображений, непрерывных на компакте. Конечномерность и компактность.
6	Гильбертовы пространства.	Евклидовы, гильбертовы пространства, определения, примеры. Теорема об ортогональном разложении гильбертова пространства. Ортогональные, полные и замкнутые системы. Существование полной ортонормальной системы в сепарабельном гильбертовом пространстве. Ряды Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Изоморфизм сепарабельных бесконечномерных гильбертовых пространств.
7	Интеграл Лебега.	Мера Лебега ограниченного подмножества числовой прямой. Измеримые функции (определение, алгебраические свойства). Интеграл Лебега и его свойства. Неравенства Гельдера и Минковского. Пространства $L_p[a;b]$ (норма, полнота).
8	Линейные операторы и линейные функционалы в нормированных пространствах.	Линейные непрерывные операторы и функционалы, примеры. Эквивалентность свойств непрерывности и ограниченности для линейного оператора. Норма линейного ограниченного оператора. Пространство линейных непрерывных операторов $L(X;Y)$. Сопряженное пространство. Теорема Хана-Банаха (без доказательства) и ее следствия. Общий вид линейных непрерывных функционалов в пространствах l_p , гильбертовом и конечномерном.
9	Сопряженные операторы.	Сопряженные и эрмитово сопряженные операторы, определения, примеры, свойства.
10	Обратные операторы. Спектр.	Обратные операторы. Теорема Банаха об обратном операторе (без доказательства). Спектр и резольвентное множество оператора, их свойства.
11	Вполне непрерывные операторы.	Вполне непрерывные операторы, определение, примеры, свойства. Теорема Гильберта-Шмидта (без доказательства).
12	Операторные уравнения.	Операторные уравнения второго рода, альтернативы Фредгольма. Операторные уравнения первого рода. Регуляризация некорректных задач.

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-1 - Способен демонстрировать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности базовые знания	З-1 - Формулировать основные теоремы и понятия математических и естественных наук

			математических и естественных наук, современного математического аппарата, современных языков программирования и информационных технологий	У-1 - Решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математики и компьютерных наук
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Функциональный анализ

Электронные ресурсы (издания)

1. Колмогоров, А. Н.; Элементы теории функций и функционального анализа : учебник.; Физматлит, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82563> (Электронное издание)
2. Треногин, В. А.; Функциональный анализ : учебник.; Физматлит, Москва; 2002; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Треногин, В. А.; Функциональный анализ : Учебник для вузов.; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2002 (60 экз.)
2. Люстерник, Л. А.; Краткий курс функционального анализа : учеб. пособие [для вузов].; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2009 (152 экз.)
3. Канторович, Л. В.; Функциональный анализ; Наука, Москва; 1977 (19 экз.)
4. Антоневиц, А. Б., Крейн, С. Г.; Задачи и упражнения по функциональному анализу : [учебное пособие для математических специальностей вузов].; Вышэйшая школа, Минск; 1978 (34 экз.)
5. Треногин, В. А.; Задачи и упражнения по функциональному анализу : Учеб. пособие для вузов.; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2002 (30 экз.)
6. 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.)
7. Глазырина, П. Ю.; Функциональный анализ. Типовые задачи : [учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 01.03.01 "Математика", 01.03.03 "Механика и математическое моделирование", 02.03.01 "Математика и компьютерные науки", 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии", по программе специалитета по направлению подготовки 10.05.01 "Компьютерная безопасность"].; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2016 (100 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://e.lanbook.com/> – ЭБС "Лань"

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

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

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://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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Функциональный анализ

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	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется

		Доска аудиторная	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Доска аудиторная	не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome