

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое и компьютерное моделирование

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ПРИКЛАДНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 57,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Боровиков И.А.
	Идентификатор	R2e186edb-BorovikovIA-68185ef6

И.А. Боровиков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

М.Ф. Черепова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

П.В. Зубков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение разделов теории функций и функционального анализа, используемых при решении краевых и начально-краевых задач математической физики

Задачи дисциплины

- освоение основ теории функций ограниченной вариации и абсолютно непрерывных функций;
- изучение основ теории пространств Соболева функций одной действительной переменной;
- освоение терминологии и элементов теории обобщённых функций;
- освоение основ нелинейного функционального анализа.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
РПК-1 Способен разрабатывать и исследовать математические модели естествознания и технологий, а также осуществлять их компьютерную реализацию	ИД-1рпк-1 Демонстрирует знание современного математического аппарата, используемого при математическом и компьютерном моделировании	знать: - терминологию и элементы теории обобщённых функций; - терминологию и основные результаты теории функций ограниченной вариации и абсолютно непрерывных функций. уметь: - применять базовые результаты нелинейного функционального анализа; - применять теорию пространств Соболева функций одной действительной переменной.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Математическое и компьютерное моделирование (далее – ОПОП), направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Функции ограниченной вариации и абсолютно непрерывные функции	26	1	12	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Функции ограниченной вариации и абсолютно непрерывные функции» материалу.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Функции ограниченной вариации и абсолютно непрерывные функции» и подготовка к тестированию.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 340–355, 358–367 [2], стр. 224–225</p>	
1.1	Функции ограниченной вариации и абсолютно непрерывные функции	26		12	-	6	-	-	-	-	-	8	-		
2	Пространства Соболева функций одной действительной переменной	18		8	-	4	-	-	-	-	-	-	6		-
2.1	Пространства Соболева функций одной действительной переменной	18		8	-	4	-	-	-	-	-	-	6		-

													действительной переменной» материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 47–55, 60–83
3	Введение в теорию обобщённых функций	14	6	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Введение в теорию обобщённых функций» материалу.
3.1	Введение в теорию обобщённых функций	14	6	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Введение в теорию обобщённых функций» и подготовка к тестированию. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 218–233
4	Элементы нелинейного функционального анализа	14	6	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Топологические пространства» и подготовка к контрольной работе.
4.1	Элементы нелинейного функционального анализа	14	6	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Топологические пространства» материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], § 35
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0	32	-	16	-	2	-	-	0.5	24	33.5	
	Итого за семестр	108.0	32	-	16	2	-	-	-	0.5	57.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Функции ограниченной вариации и абсолютно непрерывные функции

1.1. Функции ограниченной вариации и абсолютно непрерывные функции

Монотонные функции. Функция скачков и её свойства. Функции ограниченной вариации. Арифметические операции над функциями ограниченной вариации. Пространство $BV[a,b]$ и его свойства. Необходимое и достаточное условие ограниченности вариации функции, заданной на отрезке. Принцип выбора Хелли. Интеграл Римана–Стилтьеса. Определение и теорема о достаточных условиях существования. Теорема о среднем и линейность интеграла Римана–Стилтьеса. Формула интегрирования по частям для интеграла Римана–Стилтьеса. Первая теорема Хелли. Абсолютно непрерывные функции. Определение и связь пространства $AC[a,b]$ с другими функциональными пространствами. Арифметические операции над абсолютно непрерывными функциями. Критерий абсолютной непрерывности функции, заданной на отрезке. Формула Ньютона–Лейбница и формула интегрирования по частям для абсолютно непрерывных функций. Пространство $AC[a,b]$ и его полнота..

2. Пространства Соболева функций одной действительной переменной

2.1. Пространства Соболева функций одной действительной переменной

Обобщённые производные. Пространства $W_p^m(a,b)$. Пространства $W_p^1(a,b)$ и их связь с пространством $AC[a,b]$. Непрерывность и компактность вложения $W_p^1(a,b)$ в $C[a,b]$ и $L_q(a,b)$. Плотность $C^\infty[a,b]$ в $W_p^1(a,b)$. Эквивалентные нормировки в $W_p^1(a,b)$. Пространства $W_2^1(a,b)$ и $W_0^1(a,b)$..

3. Введение в теорию обобщённых функций

3.1. Введение в теорию обобщённых функций

Пространство $D(a,b)$. Пространство Шварца. Обобщённые функции. Регулярные и сингулярные обобщённые функции. Действия над обобщёнными функциями. Простейшие уравнения в обобщённых функциях..

4. Элементы нелинейного функционального анализа

4.1. Элементы нелинейного функционального анализа

Условие Каратеодори и оператор Немыцкого. Теорема Брауэра и лемма об остром угле. Теорема Шаудера о неподвижной точке (принцип Шаудера) и её следствия. Теорема Лере–Шаудера..

3.3. Темы практических занятий

1. Элементы нелинейного функционального анализа.;
2. Элементы теории обобщённых функций.;
3. Пространства Соболева функций одной действительной переменной.;
4. Функции ограниченной вариации и абсолютно непрерывные функции..

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу «Функции ограниченной вариации и абсолютно непрерывные функции».
2. Обсуждение материалов по разделу «Пространства Соболева функций одной действительной переменной».
3. Обсуждение материалов по разделу «Введение в теорию обобщённых функций».
4. Обсуждение материалов по разделу «Элементы нелинейного функционального анализа».

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
терминологию и основные результаты теории функций ограниченной вариации и абсолютно непрерывных функций	ИД-1 _{РПК-1}	+				Контрольная работа/Интеграл Римана– Стильеса и абсолютно непрерывные функции Тестирование/Функции монотонные и ограниченной вариации
терминологию и элементы теории обобщённых функций	ИД-1 _{РПК-1}			+		Контрольная работа/Пространства Соболева и элементы теории обобщённых функций
Уметь:						
применять теорию пространств Соболева функций одной действительной переменной	ИД-1 _{РПК-1}		+			Контрольная работа/Пространства Соболева и элементы теории обобщённых функций
применять базовые результаты нелинейного функционального анализа	ИД-1 _{РПК-1}				+	Контрольная работа/Элементы нелинейного функционального анализа

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Интеграл Римана–Стилтьеса и абсолютно непрерывные функции (Контрольная работа)
2. Пространства Соболева и элементы теории обобщённых функций (Контрольная работа)
3. Функции монотонные и ограниченной вариации (Тестирование)
4. Элементы нелинейного функционального анализа (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин- "Элементы теории функций и функционального анализа", (7-е изд.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2012 - (573 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82563>;
2. Натансон И. П.- "Теория функций вещественной переменной", (5-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2008 - (560 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=284;
3. Соболев, С. Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике / С. Л. Соболев ; Ред. О. А. Олейник . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1988 . – 336 с. - ISBN 5-02-013756-1 .;
4. В. А. Треногин- "Функциональный анализ", (3-е изд., испр.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2002 - (488 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Latex.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-710, Учебная аудитория каф. МКМ	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-710, Учебная аудитория каф. МКМ	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-710, Учебная аудитория каф. МКМ	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-714, Преподавательская каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-713/1, Учебно-научная лаборатория каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, книги, учебники, пособия

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладной функциональный анализ

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Функции монотонные и ограниченной вариации (Тестирование)

КМ-2 Интеграл Римана–Стилтьеса и абсолютно непрерывные функции (Контрольная работа)

КМ-3 Пространства Соболева и элементы теории обобщённых функций (Контрольная работа)

КМ-4 Элементы нелинейного функционального анализа (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Функции ограниченной вариации и абсолютно непрерывные функции					
1.1	Функции ограниченной вариации и абсолютно непрерывные функции		+	+		
2	Пространства Соболева функций одной действительной переменной					
2.1	Пространства Соболева функций одной действительной переменной				+	
3	Введение в теорию обобщённых функций					
3.1	Введение в теорию обобщённых функций				+	
4	Элементы нелинейного функционального анализа					
4.1	Элементы нелинейного функционального анализа					+
Вес КМ, %:			15	25	40	20