

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

---

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое моделирование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.15.01.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	6 семестр - 4; 7 семестр - 4; всего - 8
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	288 часа
<b>Лекции</b>	6 семестр - 28 часа; 7 семестр - 32 часа; всего - 60 часов
<b>Практические занятия</b>	6 семестр - 28 часа; 7 семестр - 32 часа; всего - 60 часов
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	6 семестр - 2 часа; 7 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
<b>Самостоятельная работа</b>	6 семестр - 85,5 часа; 7 семестр - 77,5 часа; всего - 163,0 часа
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	6 семестр - 0,5 часа;
<b>Экзамен</b>	7 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,0 час

**Москва 2019**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Амосов А.А.
	Идентификатор	R9a3a6370-AmosovAA-723724c4

(подпись)

А.А. Амосов

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

М.Ф. Черепова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

П.В. Зубков

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение элементов функционального анализа

### Задачи дисциплины

- освоение основ теории пространств Лебега;
- освоение дополнительных сведений из теории метрических пространств;
- освоение дополнительных сведений из теории линейных пространств;
- освоение теории нормированных пространств и пространств со скалярным умножением;
- освоение основ теории линейных операторов и функционалов в нормированных пространствах;
- освоение основ теории преобразования Фурье;
- приобретение навыков применения методов функционального анализа для исследования математических задач.

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
ПК-2 Способен участвовать в компьютерной реализации математических моделей	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание терминологии, базовых результатов и методов фундаментальной математики	знать: - терминологию и базовые результаты теории пространств Лебега; - терминологию и основные результаты теории нормированных пространств; - терминологию и основные результаты теории линейных операторов и функционалов в нормированных пространствах; - терминологию и основные результаты теории линейных пространств.
ПК-2 Способен участвовать в компьютерной реализации математических моделей	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Использует базовые знания и методы фундаментальной математики для анализа простейших свойств математических моделей	уметь: - анализировать базовые свойства метрических пространств; - исследовать свойства уравнений Фредгольма первого и второго рода, а также анализировать свойства спектра линейного оператор; - применять преобразование Фурье; - применять теорию пространств со скалярным умножением.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Математическое моделирование (далее – ОПОП), направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать линейную алгебру и аналитическую геометрию
- знать математический анализ
- знать комплексный анализ
- знать теорию функций и функциональный анализ

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 8 зачетных единиц, 288 часа.

№ 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	Пространства Лебега	24	6	7	-	7	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Пространства Лебега» материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу «Пространства Лебега» и подготовка к контрольной работе.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 183–190 [4], стр. 36–42</p>
1.1	Пространства Лебега	24		7	-	7	-	-	-	-	-	10	-	
2	Метрические пространства	32		8	-	8	-	-	-	-	-	-	16	
2.1	Метрические пространства	32	8	-	8	-	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Метрические пространства» материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу «Метрические пространства» и подготовка к контрольной работе.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 43–49</p>
3	Линейные	32	8	-	8	-	-	-	-	-	-	16	-	

	пространства														
3.1	Линейные пространства	32		8	-	8	-	-	-	-	-	16	-	Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Линейные пространства» материалу. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу «Линейные пространства» и подготовка к контрольной работе. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 130–149 [5], стр. 3–11	
4	Нормированные пространства	20		5	-	5	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Нормированные пространства» материалу. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу «Нормированные пространства» и подготовка к контрольной работе. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 150–154 [5], стр. 12–16	
4.1	Нормированные пространства	20		5	-	5	-	-	-	-	-	10	-		
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	144.0		28	-	28	-	2	-	-	0.5	52	33.5		
	Итого за семестр	144.0		28	-	28	2		-		0.5	85.5			
5	Пространства со скалярным умножением	22	7	6	-	6	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу «Пространства со скалярным умножением» и подготовка к контрольной работе. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе	
5.1	Пространства со скалярным умножением	22		6	-	6	-	-	-	-	-	10	-		

													«Пространства со скалярным умножением» материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 155–178 [5], стр. 17–26
6	Линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах	61	18	-	19	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах» материалу.
6.1	Линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах	61	18	-	19	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу «Линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах» и подготовка к контрольным работам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 188–206, 208–213, 233–266 [3], стр. 220–234, 245–259 [5], стр. 27–53
7	Преобразование Фурье	25	8	-	7	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Преобразование Фурье» материалу.
7.1	Преобразование Фурье	25	8	-	7	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу «Преобразование Фурье» и подготовка к контрольной работе. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 440–455 [5], стр. 54–60
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>44</b>	<b>33.5</b>	

	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>77.5</b>	
	<b>ИТОГО</b>	<b>288.0</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>1.0</b>	<b>163.0</b>	

**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. Пространства Лебега

#### 1.1. Пространства Лебега

Пространства Лебега  $L_p(E)$ ,  $1 \leq p < \infty$ . Неравенства Гёльдера и Минковского. Неравенства, связывающие нормы пространств с разными показателями. Мультипликативное неравенство. Полнота пространств Лебега. Плотность в  $L_p(E)$ ,  $1 \leq p < \infty$ , множества простых функций, множества непрерывных и непрерывных финитных функций. Свойство непрерывности функций из пространств Лебега  $L_p(E)$ ,  $1 \leq p < \infty$ , относительно сдвига. Свёртка и её свойства. Усреднение функций из  $L_p(E)$ . Средние функции и их свойства. Плотность в  $L_p(E)$ ,  $1 \leq p < \infty$ , множества бесконечно дифференцируемых финитных функций..

### 2. Метрические пространства

#### 2.1. Метрические пространства

Теорема о вложенных шарах. Теорема Хаусдорфа о пополнении. Всюду плотные множества. Сепарабельные метрические пространства. Нигде не плотные множества. Множества первой и второй категорий Бэра. Теорема Бэра о категории. Компактность. Свойства компактов. Вполне ограниченные множества. Критерий компактности Хаусдорфа. Непрерывные отображения на компактах. Пространство непрерывных отображений на компакте  $C(K)$  и его свойства. Критерий относительной компактности в  $C(K)$ . Критерий Рисса относительной компактности в  $L_p(E)$ ,  $1 \leq p < \infty$ ..

### 3. Линейные пространства

#### 3.1. Линейные пространства

Отношения частичного порядка. Линейно упорядоченные множества. Вполне упорядоченные множества. Теорема Хаусдорфа, лемма Цорна, теорема Цермело и аксиома выбора. Линейные пространства. Подпространства. Размерность линейного пространства. Алгебраические операции над подмножествами линейного пространства. Аффинные многообразия. Прямая сумма подпространств линейного пространства. Декартово произведение линейных пространств. Фактор-пространство. Коразмерность подпространства линейного пространства. Изоморфизмы линейных пространств. Линейные операторы. Ядро и образ линейного оператора. Проекторы. Линейные и сопряженно-линейные функционалы. Выпуклые множества. Однородно-выпуклые функционалы и полунормы. Нормы. Функционал Минковского и его свойства. Теорема Хана–Банаха и её комплексный вариант. Теорема отделимости выпуклых множеств..

### 4. Нормированные пространства

#### 4.1. Нормированные пространства

Нормированные пространства. Эквивалентные нормы. Подпространства. Банаховы пространства. Пополнение нормированного пространства. Ряды в нормированных пространствах. Критерий Коши сходимости ряда. Абсолютно сходящиеся ряды. Полные системы векторов в нормированных пространствах. Базисы Шаудера..

### 5. Пространства со скалярным умножением

#### 5.1. Пространства со скалярным умножением

Пространства со скалярным умножением. Евклидовы и унитарные пространства. Неравенство Коши–Буняковского–Шварца. Тожество параллелограмма. Ортогональные и

ортонормированные системы векторов. Существование не более чем счётной полной ортонормированной системы в сепарабельном пространстве со скалярным умножением. Изоморфизмы пространств со скалярным умножением. Ряд Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля и эквивалентные ему свойства. Ортонормированные базисы. Гильбертовы пространства. Задача о наилучшем приближении в гильбертовом пространстве. Ортогональная проекция и ортогональное дополнение. Замкнутые и максимальные ортонормированные системы. Теорема Рисса–Фишера. Изоморфность сепарабельных гильбертовых пространств..

## 6. Линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах

### 6.1. Линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах

Непрерывность линейного оператора и эквивалентные ей свойства. Норма линейного непрерывного оператора. Нормированное пространство  $L(X, Y)$  и его полнота. Теорема Банаха–Штейнгауза и её следствия. Обратный оператор. Непрерывность обратного оператора. Теорема Банаха об изоморфизме. Ряд Неймана. Линейные функционалы на нормированных пространствах. Теорема Хана–Банаха и её следствия. Сопряжённое пространство. Теорема Рисса–Фреше. Общий вид линейного непрерывного функционала на пространстве  $L_p(E)$ ,  $1 \leq p < \infty$ . Второе сопряжённое пространство. Рефлексивные пространства. Слабая и  $*$ -слабая сходимости. Слабо полные пространства. Слабая компактность замкнутого шара в рефлексивном пространстве. Сопряжённый оператор. Самосопряжённые операторы. Компактные (вполне непрерывные) линейные операторы. Интегральный оператор с ядром Гильберта–Шмидта. Теория Фредгольма и её применение к интегральным уравнениям. Регулярные значения линейного оператора. Резольвента и резольвентное множество. Спектр линейного оператора. Точечный и непрерывный спектр. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора. Спектр компактного оператора. Спектр самосопряжённого оператора. Теорема Гильберта–Шмидта и её следствия..

## 7. Преобразование Фурье

### 7.1. Преобразование Фурье

Преобразование Фурье функций из  $L_1(\mathbb{R})$ . Оператор Фурье и его норма. Операция дифференцирования и преобразование Фурье функций из  $L_1(\mathbb{R})$ . Обратное преобразование Фурье функций из  $L_1(\mathbb{R})$ . Преобразование Фурье свёртки. Преобразование Фурье функций из  $L_1(\mathbb{R}^m)$ . Пространство Шварца. Преобразование Фурье функций из пространства Шварца. Равенство Парсеваля. Преобразование Фурье–Планшереля функций из  $L_2(\mathbb{R}^m)$ . Теорема Планшереля. Связь преобразования Фурье с преобразованием Лапласа..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Пространства Лебега  $L_p$ ,  $1 \leq p < \infty$ ;
2. Обратное преобразование Фурье.;
3. Преобразование Фурье и его свойства.;
4. Спектр линейного оператора.;
5. Теория Фредгольма.;
6. Линейные вполне непрерывные операторы. Интегральный оператор с ядром Гильберта–Шмидта.;
7. Сопряжённый оператор.;
8. Слабая и  $*$ -слабая сходимости.;
9. Второе сопряжённое пространство. Рефлексивные пространства.;
10. Сопряжённое пространство.;

11. Линейные непрерывные функционалы на нормированных пространствах.;
12. Обратный оператор. Теорема Банаха об изоморфизме. Ряд Неймана.;
13. Линейные непрерывные операторы в нормированных пространствах.;
14. Наилучшее приближение. Ортогональное дополнение. Ортогональное разложение гильбертова пространства.;
15. Ортонормированные системы и базисы. Ряд Фурье.;
16. Пространства со скалярным умножением.;
17. Банаховы пространства.;
18. Нормированные пространства.;
19. Теорема Хана–Банаха. Теорема отделимости выпуклых множеств.;
20. Выпуклые множества и тела. Выпуклые и однородно-выпуклые функционалы.;
21. Линейные операторы и функционалы.;
22. Векторные пространства.;
23. Критерии компактности и предкомпактности в различных метрических пространствах.;
24. Компактность и предкомпактность в метрических пространствах. Вполне ограниченные множества.;
25. Сепарабельные метрические пространства. Нигде не плотные множества.;
26. Полные метрические пространства. Теорема о вложенных шарах.;
27. Усреднение функций из  $L_p$ ,  $1 \leq p < \infty$ . Свёртка.;
28. Существенно ограниченные функции и пространство  $L_\infty$ .;
29. Преобразование Фурье свёртки.;
30. Преобразование Фурье–Планшереля..

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по разделу «Пространства Лебега».
2. Обсуждение материалов по разделу «Метрические пространства».
3. Обсуждение материалов по разделу «Линейные пространства».
4. Обсуждение материалов по разделу «Нормированные пространства».
5. Обсуждение материалов по разделу «Пространства со скалярным умножением».
6. Обсуждение материалов по разделу «Линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах».
7. Обсуждение материалов по разделу «Преобразование Фурье».

### 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	5	6	7		
<b>Знать:</b>										
терминологию и основные результаты теории линейных пространств	ИД-1ПК-2			+						Контрольная работа/Линейные пространства
терминологию и основные результаты теории линейных операторов и функционалов в нормированных пространствах	ИД-1ПК-2							+		Контрольная работа/Теория операторов I
терминологию и основные результаты теории нормированных пространств	ИД-1ПК-2				+					Контрольная работа/Нормированные пространства
терминологию и базовые результаты теории пространств Лебега	ИД-1ПК-2	+								Контрольная работа/Пространства Лебега
<b>Уметь:</b>										
применять теорию пространств со скалярным умножением	ИД-3ПК-2					+				Контрольная работа/Пространства со скалярным умножением
применять преобразование Фурье	ИД-3ПК-2								+	Контрольная работа/Преобразование Фурье
исследовать свойства уравнений Фредгольма первого и второго рода, а также анализировать свойства спектра линейного оператор	ИД-3ПК-2							+		Контрольная работа/Теория операторов II
анализировать базовые свойства метрических пространств	ИД-3ПК-2		+							Контрольная работа/Метрические пространства

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

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **6 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Линейные пространства (Контрольная работа)
2. Метрические пространства (Контрольная работа)
3. Нормированные пространства (Контрольная работа)
4. Пространства Лебега (Контрольная работа)

###### **7 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Преобразование Фурье (Контрольная работа)
2. Пространства со скалярным умножением (Контрольная работа)
3. Теория операторов I (Контрольная работа)
4. Теория операторов II (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

###### Экзамен (Семестр №6)

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

###### Экзамен (Семестр №7)

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 7 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 : учебник для вузов / И. П. Натансон . – 5-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2008 . – 560 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0136-9 .;
3. В. А. Треногин- "Функциональный анализ", (3-е изд., испр.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2002 - (488 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613>;
4. Амосов, А. А. Задачи по теории функций и функциональному анализу: Множества. Метрические и топологические пространства. Мера и интеграл Лебега : Учебное пособие по

курсу "Теория функций и функциональный анализ" / А. А. Амосов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1998 . – 64 с. - ISBN 5-7046-0317-3 : 4.50 .;

5. Амосов, А. А. Задачи по теории функций и функциональному анализу. Линейные и нормированные пространства. Линейные операторы и линейные функционалы. Анализ в нормированных пространствах : Учебное пособие по курсу "Теория функций и функциональный анализ", по направлению "Прикладная математика и информатика" / А. А. Амосов, А. А. Злотник, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 72 с. - ISBN 5-7046-0561-3 : 4.50 ..

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
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](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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-808, Учебная аудитория	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-303, 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, мультимедийный проектор, экран, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-301/1, Кладовая	стул
	М-713/1, Учебно-научная лаборатория	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба,

	каф. МКМ	компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, книги, учебники, пособия
--	----------	--

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Функциональный анализ

(название дисциплины)

#### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Пространства Лебега (Контрольная работа)
- КМ-2 Метрические пространства (Контрольная работа)
- КМ-3 Линейные пространства (Контрольная работа)
- КМ-4 Нормированные пространства (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	15
1	Пространства Лебега					
1.1	Пространства Лебега		+			
2	Метрические пространства					
2.1	Метрические пространства			+		
3	Линейные пространства					
3.1	Линейные пространства				+	
4	Нормированные пространства					
4.1	Нормированные пространства					+
Вес КМ, %:			25	25	30	20

#### 7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-5 Пространства со скалярным умножением (Контрольная работа)
- КМ-6 Теория операторов I (Контрольная работа)
- КМ-7 Теория операторов II (Контрольная работа)
- КМ-8 Преобразование Фурье (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя	4	8	12	15



		КМ:				
1	Пространства со скалярным умножением					
1.1	Пространства со скалярным умножением	+				
2	Линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах					
2.1	Линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах		+	+		
3	Преобразование Фурье					
3.1	Преобразование Фурье					+
		Вес КМ, %:	25	25	25	25