

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 моделирование

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
ФИЗИКЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04.03.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 5; 3 семестр - 6; всего - 11
Часов (всего) по учебному плану:	396 часа
Лекции	2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Практические занятия	2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 2 часа; 3 семестр - 18 часов; всего - 20 часов
Самостоятельная работа	2 семестр - 113,5 часов; 3 семестр - 129,2 часа; всего - 242,7 часа
в том числе на КП/КР	3 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	3 семестр - 4 часа;
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
Защита курсовой работы	3 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,3 часа

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

И.А. Боровиков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

М.Ф. Черепова

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

П.В. Зубков

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов теории функций и функционального анализа, применяемых при исследовании краевых и начально-краевых задач для уравнений с частными производными

Задачи дисциплины

- изучение теории пространств Соболева;
- изучение методов функционального анализа, применяемых в теории обобщённых решений стационарных краевых задач;
- изучение теории функциональных пространств, применяемых при исследовании эволюционных задач;
- изучение методов функционального анализа, применяемых для исследования эволюционных задач;
- приобретение навыков применения методов функционального анализа для исследования задач математической физики.

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-1 Способен создавать, исследовать и реализовывать математические модели естествознания и технологий	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует знание современного математического аппарата, используемого для описания информационных и математических моделей	знать: - терминологию и основные методы функционального анализа, применяемые при исследовании нестационарных задач математической физики; - терминологию и основные результаты теории функциональных пространств, применяемых при исследовании эволюционных задач; - терминологию и основные методы функционального анализа, применяемые при исследовании стационарных краевых задач математической физики; - терминологию и основные результаты теории пространств Соболева. уметь: - применять методы функционального анализа для исследования нестационарных начально-краевых задач математической физики; - применять функциональные пространства при исследовании эволюционных задач математической физики; - применять методы функционального анализа для исследования стационарных краевых задач математической физики; - применять теорию пространств

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		Соболева при исследовании стационарных задач математической физики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать дополнительные главы теории функций и функционального анализа

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 11 зачетных единиц, 396 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 Соболева	72	2	16	-	16	-	-	-	-	-	40	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Пространства Соболева» материалу.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Пространства Соболева» и подготовка к контрольным работам.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 20–85 [2], стр. 166–169 [3], стр. 43–56</p>	
1.1	Пространства Соболева	72		16	-	16	-	-	-	-	-	40	-		
2	Методы решения стационарных задач	72		16	-	16	-	-	-	-	-	-	40		-
2.1	Методы решения стационарных задач	72		16	-	16	-	-	-	-	-	-	40		-

														[1], стр. 101–176 [2], стр. 261–264 [3], стр. 78–91, 121–150, 199–209, 217–221 [4], стр. 182–201
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	-	32	2	-	-	0.5	113.5			
3	Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач	72	3	16	-	16	-	-	-	-	-	40	-	<u>Подготовка курсовой работы:</u> Изучение материалов по предложенной задаче. Анализ и подбор методов исследования. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач» и подготовка к контрольным работам. <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач» материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
3.1	Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач	72		16	-	16	-	-	-	-	-	40	-	[1], стр. 208–215 [2], стр. 156–162 [3], стр. 57–77
4	Методы решения эволюционных задач	72		16	-	16	-	-	-	-	-	40	-	<u>Подготовка курсовой работы:</u> Исследование разрешимости предложенной задачи. Написание отчёта по курсовой работе. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Методы решения эволюционных задач» и подготовка к контрольным работам. <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена
4.1	Методы решения эволюционных задач	72		16	-	16	-	-	-	-	-	40	-	

													на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе «Методы решения эволюционных задач» материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 216–265 [2], стр. 336–338, 385–387 [3], стр. 108–120, 210–216, 222–225 [4], стр. 166–181, 233–238
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	Всего за семестр	216.0	32	-	32	16	2	4	-	0.8	95.7	33.5	
	Итого за семестр	216.0	32	-	32	18	4	4	-	0.8	129.2		
	ИТОГО	396.0	-	64	-	64	20	4	-	1.3	242.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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 Соболева

1.1. Пространства Соболева

Разбиение единицы. Обобщённые производные. Определения и простейшие свойства. Обобщённые производные и средние функции. Пространства $W_p^1(G)$. Определение. Полнота и сепарабельность. Пространства $W_0^1(G)$. Неравенство Фридрихса. Цепное правило. Срезы функций из пространства $W_p^1(G)$. Описание границ. Приближение функций из $W_p^1(G)$ гладкими функциями. Эквивалентное определение обобщённой производной первого порядка. Преобразование координат. Продолжение функций из $W_p^1(G)$ с сохранением класса. Понятие о следах функций из $W_p^1(G)$. Теоремы вложения $W_p^1(G)$ в $L_q(G)$ и $L_q(\partial G)$. Компактность вложений. Эквивалентные нормировки пространства $W_p^1(G)$. Неравенство Пуанкаре. Пространства $W_{2^1/2}(\partial G)$ и $W_{2^1-1}(G)$.

2. Методы решения стационарных задач

2.1. Методы решения стационарных задач

Обобщённые решения. Примеры краевых задач, приводящих к операторным уравнениям вида $A(u)=f$. Обобщённые решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона. Обобщённые решения задачи Неймана для уравнения Пуассона. Обобщённые решения задачи Робена для уравнения Пуассона. Лемма Лакса–Мильграма. Каноническая тройка вложений. Задача на собственные значения $-\Delta u = \lambda u$. Регулярность обобщённого решения уравнения $-\Delta u = f$. Регулярность обобщённого решения задачи Дирихле для уравнения $-\Delta u = f$. Условие Каратеодори и оператор Немыцкого. Теорема Брауэра и лемма об остром угле. Метод Галёркина. Теорема Шаудера о неподвижной точке. Принцип Шаудера. Теорема Лере–Шаудера. Элементы дифференциального исчисления в нормированных пространствах. Сильная и слабая дифференцируемость отображений. Дифференцируемость композиции отображений. Аналог формулы конечных приращений. Вторая производная и второй дифференциал. Формула Тейлора. Метод Ньютона–Канторовича. Вариационный метод. Потенциал, примеры потенциальных задач. Минимизация выпуклых функционалов. Слабо полунепрерывные снизу функционалы и их минимизация. Потенциальные операторы. Критерии потенциальности. Метод Ритца. Монотонные операторы. Связь равномерной монотонности с коэрцитивностью. Критерии монотонности. Связь монотонности с локальной ограниченностью. Теорема о свойстве (M) для монотонного оператора. Монотонные потенциальные операторы. Основная теорема теории монотонных операторов. Понятие о методе компактности..

3. Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач

3.1. Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач

Пространство $C([a,b];V)$. Аппроксимационная теорема Вейерштрасса. Пространство $C_w([a,b];V)$. Пространства $C^m([a,b];V)$ и $C_w^m([a,b];V)$. Сильная и слабая измеримости. Теорема Петтиса. Интеграл Бохнера. Теорема Бохнера. Свойства интеграла Бохнера. Теорема о приближении функции из $L(G;V)$ функцией из $C_0^\infty(G;V)$. Теорема о дифференцируемости интеграла Бохнера с переменным верхним пределом. Формула Ньютона–Лейбница. Теорема Егорова. Теорема Лузина. Теорема Витали. Точка плотности измеримого множества. Максимальная функция. Точки Лебега, теорема Лебега. Теорема о сильной дифференцируемости интеграла Бохнера с переменным верхним пределом от функции из $L(a,b;V)$. Аппроксимативная непрерывность. Теорема Данжуа. Пространство $L_p(a,b;V)$. Теорема о плотности пространства $C_0^\infty(G;V)$ в пространстве $L_p(a,b;V)$ и

следствия из неё. Теорема о плотности множества ступенчатых функций в пространстве $L_p(a,b;V)$. Пространство $L_\infty(a,b;V)$. Неравенство Гёльдера. Изометрический изоморфизм пространств $L_p(a,b;L_p(G))$ и $L_p((a,b)\times G)$. Обобщённые функции со значением в банаховом пространстве. Регулярные обобщённые функции. Производная обобщённой функции. Основная лемма вариационного исчисления. Теоремы о производной обобщённой функции. Пространство $W^1_{p,1}(a,b;V_0,V_1)$. Компактность вложения в пространство $C([a,b];V_1)$. Теорема Обэна о компактности. Теорема Дубинского о компактности. Теорема о вложении сопряжённых пространств. Теорема о дуальном произведении. Пространство $W^1_{p,1}(a,b;V,V')$. Теорема о непрерывном вложении в пространство $C([a,b];H)$.

4. Методы решения эволюционных задач

4.1. Методы решения эволюционных задач

Начально-краевые задачи как операторные дифференциальные уравнения. Неравенство Гронуолла. Теорема Каратеодори о локальной разрешимости задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Теорема о глобальной разрешимости. Метод Фаэдо–Галёркина. Исследование разрешимости начально-краевых задач для линейного параболического уравнения. Использование метода компактности для доказательства разрешимости начально-краевых задач для квазилинейного параболического уравнения. Использование метода монотонности для доказательства разрешимости начально-краевой задачи для нелинейного параболического уравнения. Существование и единственность решения начальной задачи для эволюционного операторного уравнения $u' + A(u) = f$ с монотонным оператором A . Разрешимость начально-краевой задачи для нелинейного гиперболического уравнения..

3.3. Темы практических занятий

1. Обобщённые производные. Определение и простейшие свойства.;
2. Использование метода монотонности для доказательства разрешимости начально-краевой задачи для нелинейного параболического уравнения.;
3. Использование метода компактности для доказательства разрешимости начально-краевых задач для квазилинейного параболического уравнения.;
4. Метод Фаэдо–Галёркина. Исследование разрешимости начально-краевых задач для линейного параболического уравнения.;
5. Начально-краевые задачи как операторные дифференциальные уравнения.;
6. Пространство $W^1_{p,1}(a,b;V_0,V_1)$.;
7. Обобщённые функции со значением в банаховом пространстве.;
8. Пространство $L_p(a,b;V)$.;
9. Интеграл Бохнера. Свойства интеграла Бохнера.;
10. Сильная и слабая измеримости.;
11. Пространства $C_m([a,b];V)$ и $C_{wm}([a,b];V)$.;
12. Существование и единственность решения начальной задачи для эволюционного операторного уравнения $u' + A(u) = f$ с монотонным оператором A .;
13. Метод Галёркина. Теория монотонных операторов.;
14. Вариационный метод. Метод Ритца.;
15. Дифференцируемость отображений по Гато и Фреше.;
16. Условие Каратеодори и оператор Немыцкого.;
17. Принципы неподвижной точки и их применение.;
18. Обобщённые решения. Сведение краевых задач к операторным уравнениям.;
19. Теоремы вложения.;
20. Следы функций из пространств Соболева.;
21. Пространства $W^1_p(G)$ и $W^0_p(G)$. Неравенства Фридрикса и Пуанкаре.;

22. Пространства Соболева. Определение и простейшие свойства.;
23. Усреднения и обобщённые производные.;
24. Потенциальные операторы. Критерии потенциальности.;
25. Методы монотонности и компактности..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсовой работы под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части заданий разделов «Пространства Соболева» и «Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач».
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсовой работы под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части заданий разделов «Методы решения стационарных задач» и «Методы решения эволюционных задач».

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов раздела «Пространства Соболева».
2. Обсуждение материалов раздела «Методы решения стационарных задач».
3. Обсуждение материалов раздела «Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач».
4. Обсуждение материалов раздела «Методы решения эволюционных задач».

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделам «Пространства Соболева» и «Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач».
2. Консультации проводятся по разделам «Методы решения стационарных задач» и «Методы решения эволюционных задач».

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 3 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- 1. Исследование разрешимости стационарной краевой задачи. 2. Исследование разрешимости нестационарной начально-краевой задачи.

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	25	25	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	50	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Изучение материалов
2	Анализ и подбор методов исследования
3	Исследование разрешимости задачи
4	Написание отчёта

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 пространств Соболева	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Обобщённые производные Контрольная работа/Пространства Соболева
терминологию и основные методы функционального анализа, применяемые при исследовании стационарных краевых задач математической физики	ИД-1ПК-1		+			Контрольная работа/Вариационный метод Контрольная работа/Принципы неподвижной точки
терминологию и основные результаты теории функциональных пространств, применяемых при исследовании эволюционных задач	ИД-1ПК-1			+		Контрольная работа/Интеграл Бохнера Контрольная работа/Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач
терминологию и основные методы функционального анализа, применяемые при исследовании нестационарных задач математической физики	ИД-1ПК-1				+	Контрольная работа/Метод Фаэдо–Галёркина Контрольная работа/Нелинейные параболические уравнения
Уметь:						
применять теорию пространств Соболева при исследовании стационарных задач математической физики	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Пространства Соболева
применять методы функционального анализа для исследования стационарных краевых задач математической физики	ИД-1ПК-1		+			Контрольная работа/Вариационный метод Контрольная работа/Принципы неподвижной точки
применять функциональные пространства при исследовании эволюционных задач математической физики	ИД-1ПК-1			+		Контрольная работа/Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач
применять методы функционального анализа для	ИД-1ПК-1				+	Контрольная работа/Метод Фаэдо–Галёркина

исследования нестационарных начально-краевых задач математической физики						Контрольная работа/Нелинейные параболические уравнения
--	--	--	--	--	--	--

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Вариационный метод (Контрольная работа)
2. Обобщённые производные (Контрольная работа)
3. Принципы неподвижной точки (Контрольная работа)
4. Пространства Соболева (Контрольная работа)

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Интеграл Бохнера (Контрольная работа)
2. Метод Фаэдо–Галёркина (Контрольная работа)
3. Нелинейные параболические уравнения (Контрольная работа)
4. Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

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

Экзамен (Семестр №3)

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

Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Карчевский М. М., Павлова М. Ф.- "Уравнения математической физики. Дополнительные главы", (2-е изд., доп.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (276 с.)

<https://e.lanbook.com/book/168915>;

2. Михайлов, В. П. Дифференциальные уравнения в частных производных : Учебное пособие для механико-математических и физических специальностей вузов / В. П. Михайлов . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1983 . – 424 с.;

3. Свешников, А. Г. Нелинейный функциональный анализ и его приложения к уравнениям в частных производных / А. Г. Свешников, А. Б. Альшин, М. О. Корпусов . – М. : Научный мир, 2008 . – 400 с. - ISBN 978-5-915220-11-8 .;

4. Ж. Л. Лионс- "Некоторые методы решения нелинейных краевых задач", Издательство: "Мир", Москва, 1972 - (587 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468224>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
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

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-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, 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

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы функционального анализа в математической физике

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Обобщённые производные (Контрольная работа)
- КМ-2 Пространства Соболева (Контрольная работа)
- КМ-3 Принципы неподвижной точки (Контрольная работа)
- КМ-4 Вариационный метод (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 Соболева					
1.1	Пространства Соболева		+	+		
2	Методы решения стационарных задач					
2.1	Методы решения стационарных задач				+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Интеграл Бохнера (Контрольная работа)
- КМ-6 Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач (Контрольная работа)
- КМ-7 Метод Фаэдо–Галёркина (Контрольная работа)
- КМ-8 Нелинейные параболические уравнения (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач					
1.1	Функциональные пространства, используемые при исследовании эволюционных задач		+	+		
2	Методы решения эволюционных задач					

2.1	Методы решения эволюционных задач			+	+	
		Вес КМ, %:	25	25	25	25

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Методы функционального анализа в математической физике

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Изучение материалов
- КМ-2 Анализ и подбор методов исследования
- КМ-3 Исследование разрешимости задачи
- КМ-4 Написание отчёта

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Изучение материалов		+			
2	Анализ и подбор методов исследования			+		
3	Исследование разрешимости задачи				+	
4	Написание отчёта					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25