

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

---

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Атомные электростанции и установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.09
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	7 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	7 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 77,5 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> Домашнее задание Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	7 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Устюхина И.В.
	Идентификатор	Rb2708da5-UstiukhinaIV-3daa785f

И.В. Устюхина

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мелихов В.И.
	Идентификатор	Rf4bcbd4b-MelikhovVI-7cf385d8

В.И. Мелихов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостова М.С.
	Идентификатор	R5ead212f-KhvostovaMS-a4cf11ca

М.С. Хвостова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение некоторых методов решения оптимизационных задач, связанных с атомной энергетикой.

### Задачи дисциплины

- Ознакомление с примерами математических моделей теплообменных устройств и обсуждение возможного порядка их решения;
- Получение навыков формулирования оптимизационных задач в технике и математике;
- Изучение классификации оптимизационных задач по виду целевой функции, числу параметров, наличию ограничений, числу критериев оптимальности;
- Изучение некоторых методов направленного поиска для решения оптимизационных задач в математике и применительно к своей специальности;
- Ознакомление со способами учета ограничений в задачах оптимизации;
- Ознакомление с основными принципами численного решения дифференциальных уравнений на примерах решения уравнений теплопроводности и диффузии нейтронов;
- Применение метода конечных разностей, метода прогонки, метода баланса в задачах распределения температуры в твэлах и задачах, описываемых уравнением диффузии нейтронов;
- Анализ устойчивости и сходимости решений разностных 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-3 Способен к участию в эксплуатации и проектировании основного оборудования атомных электростанций и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Владеет навыками принятия и обоснования конкретных технических решений при конструировании оборудования АЭС	знать: - Особенности математического моделирования теплообменных технических устройств.  уметь: - Поставить задачу оптимизации параметров технического устройства.
ПК-3 Способен к участию в эксплуатации и проектировании основного оборудования атомных электростанций и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы	ИД-5 <sub>ПК-3</sub> Владеет методами решения оптимизационных задач, связанных с атомной энергетикой	знать: - Особенности практической реализации некоторых численных методов направленного поиска при решении оптимизационных задач; - Способы учета ограничений в оптимизационных задачах; - Особенности оптимизационных задач в атомной энергетике; - Основные подходы к решению задач теплопроводности и диффузии нейтронов методом конечных разностей; - Особенности и области применения классических методов оптимизации и методов перебора вариантов.  уметь:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		- Анализировать результаты решения оптимизационной задачи.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Атомные электростанции и установки (далее – ОПОП), направления подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основные принципы дифференциального и интегрального исчисления и определение градиента функции одной и нескольких переменных
- знать Элементарные сведения о матрицах
- знать Разложение функций в ряд Тейлора
- уметь Решать алгебраические уравнения, системы уравнений и неравенства
- уметь Вычислять производные по одной и нескольким переменным
- уметь Строить графики различных функций
- уметь Уметь составлять алгоритмы и строить блок-схемы для итерационных задач

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 4 зачетных единицы, 144 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	Математическое моделирование технических устройств	10.0	7	2.0	-	2.0	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Математическое моделирование технических устройств"</p> <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 "Математическое моделирование технических устройств" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Математическое моделирование технических устройств" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 7-11 [4], стр. 12-25</p>
1.1	Математическое моделирование как метод решения инженерных задач	3.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Понятие математической модели.	3.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-	
1.3	Математическая модель технического устройства	4		1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
2	Методы решения оптимизационных	54.0		16.0	-	16.0	-	-	-	-	-	22	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по</p>



	основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей		0		0								Повторение материала по разделу "Решение задач на основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей" <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>
3.1	Общая характеристика задач на основе дифференциальных уравнений теплообмена и диффузии и способов решения.	11.0	3.5	-	3.5	-	-	-	-	-	4	-	Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Решение задач на основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
3.2	Особенности решения двумерных задач	11.0	3.5	-	3.5	-	-	-	-	-	4	-	Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
3.3	Решение задач теплопроводности и диффузии в условиях разрывности свойств среды	11.0	3.5	-	3.5	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Решение задач на основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.4	Задача о распределении энерговыделения в шестигранной кассете реактора	11.0	3.5	-	3.5	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 23-24, 26, 34-38, 139-145, 148-151, 234-245 [3], стр. 4-14, 85-87
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32.0	-	32.0	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32.0	-	32.0	2	-	-	-	0.5	77.5		

**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. Математическое моделирование технических устройств

##### 1.1. Математическое моделирование как метод решения инженерных задач

Краткая классификация инженерных задач специальности и применяемых для их решения математических методов.

##### 1.2. Понятие математической модели.

Определение математической модели. Причины, сделавшие математическое моделирование возможным и необходимым. Этапы решения инженерных задач с помощью математических моделей.

##### 1.3. Математическая модель технического устройства

Математическая модель теплообменника для его конструкторского расчета. Уравнения и параметры модели, условия ограничений. Математическая формулировка задачи конструирования технического устройства в общем виде.

#### 2. Методы решения оптимизационных задач

##### 2.1. Постановка оптимизационной задачи

Постановка задачи оптимизации параметров теплообменника и, в общем виде, технического устройства. Возможный порядок ее решения. Особенности оптимизационных задач ядерной энергетики. Постановка задачи математического программирования. Основные понятия, классификация методов оптимизации. Пример применения графического метода к задаче линейного программирования.

##### 2.2. Методы одномерной минимизации

Методы трехточечного поиска на равных интервалах, квадратичной аппроксимации. Применение одномерных методов для решения многомерных задач.

##### 2.3. Классические методы

Особенности классических методов, Их применение к задачам с ограничениями в виде равенств. Метод Лагранжа.

##### 2.4. Методы направленного поиска

Основная идея численных методов оптимизации. Методы градиентный, наискорейшего спуска, покоординатного спуска, поиска по образцу, поиска по симплексу. Общая характеристика методов направленного поиска. Особенности практического применения. Основные этапы алгоритмов.

##### 2.5. Методы перебора вариантов

Методы простого перебора вариантов и случайного поиска – общие характеристики. Достоинства и недостатки.

##### 2.6. Учет ограничений в оптимизационных задачах

Способы учета ограничений: движение по границам, зигзагообразное движение вдоль границ, штрафные функции.

#### 3. Решение задач на основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей

3.1. Общая характеристика задач на основе дифференциальных уравнений теплообмена и диффузии и способов решения.

Особенности математических моделей физических процессов. Основная идея численного решения дифференциальных уравнений. Основные этапы решения одномерной нестационарной задачи методом конечных разностей – на примере определения поля температур в тепловыделяющем элементе. Основные понятия теории разностных схем; их роль в обосновании разностных схем. Переход от дифференциальных уравнений к разностным на примере уравнения теплопроводности. Метод прогонки..

3.2. Особенности решения двумерных задач

Особенности решения двумерных задач, в том числе, с криволинейными границами исследуемой области. Многообразие разностных схем и их основные характеристики..

3.3. Решение задач теплопроводности и диффузии в условиях разрывности свойств среды

Особенности искомой функции. Условия согласования. Метод интегрирования по контрольному объему (метод баланса). Разрывы свойств среды в узлах расчетной сетки и между узлами..

3.4. Задача о распределении энерговыделения в шестигранной кассете реактора

Применение теоремы Остроградского-Гаусса для построения разностной схемы (для двумерной задачи с использованием уравнения диффузии нейтронов).

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Особенности построения разностных схем для двумерных задач;
2. Особенности задач на основе треугольной расчетной сетки;
3. Метод баланса;
4. Построение разностных схем для задач с условиями разрывности свойств среды;
5. Решение задачи линейного программирования;
6. Особенности построения разностных схем для уравнений диффузии и теплопроводности;
7. Анализ методов штрафных функций;
8. Особенности практического применения численных методов оптимизации;
9. Возможности применения классических методов оптимизации в задачах с ограничениями;
10. Построение математической модели водо-водяного теплообменника типа "труба в трубе" с использованием некоторых логических параметров. Математическая формулировка задачи оптимизации технического устройства и ее сравнение с формулировкой оптимизационной задачи в математике;
11. Возможность использования безразмерных параметров в инженерных задачах;
12. Разбор результатов контрольной работы с решением конкретных задач;
13. Построение разностных схем для стационарных и нестационарных задач.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математическое моделирование технических устройств"

2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы решения оптимизационных задач"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Решение задач на основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Математическое моделирование технических устройств"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Методы решения оптимизационных задач"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Решение задач на основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей"

### **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	
<b>Знать:</b>					
Особенности математического моделирования теплообменных технических устройств	ИД-2ПК-3	+			Домашнее задание/Математическое моделирование технических устройств, решение оптимизационных задач Контрольная работа/Методы решения оптимизационных задач
Особенности и области применения классических методов оптимизации и методов перебора вариантов	ИД-5ПК-3		+		Домашнее задание/Математическое моделирование технических устройств, решение оптимизационных задач Контрольная работа/Методы решения оптимизационных задач
Основные подходы к решению задач теплопроводности и диффузии нейтронов методом конечных разностей	ИД-5ПК-3			+	Контрольная работа/Построение разностных уравнений Домашнее задание/Решение задач на основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей
Особенности оптимизационных задач в атомной энергетике	ИД-5ПК-3		+		Домашнее задание/Математическое моделирование технических устройств, решение оптимизационных задач
Способы учета ограничений в оптимизационных задачах	ИД-5ПК-3		+		Контрольная работа/Методы решения оптимизационных задач
Особенности практической реализации некоторых численных методов направленного поиска при решении оптимизационных задач	ИД-5ПК-3		+		Контрольная работа/Методы решения оптимизационных задач
<b>Уметь:</b>					

Поставить задачу оптимизации параметров технического устройства	ИД-2ПК-3		+		Контрольная работа/Методы решения оптимизационных задач
Анализировать результаты решения оптимизационной задачи	ИД-5ПК-3		+		Контрольная работа/Методы решения оптимизационных задач

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

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

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Математическое моделирование технических устройств, решение оптимизационных задач (Домашнее задание)
2. Методы решения оптимизационных задач (Контрольная работа)
3. Построение разностных уравнений (Контрольная работа)
4. Решение задач на основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №7)

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

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. Самарский, А. А. Введение в численные методы : учебное пособие для вузов / А. А. Самарский . – 5-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2009 . – 288 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0602-9 .;
2. Босс, В. Лекции по математике. Т.7. Оптимизация : учебное пособие / В. Босс . – М. : Эдиториал УРСС, 2006 . – 216 с. - ISBN 5-484-00659-7 .;
3. Злотник, А. А. Введение в теорию разностных схем : учебное пособие по курсу "Введение в теорию разностных схем" по направлению "Прикладная математика и информатика" и слушателей ФПКПиС МЭИ / А. А. Злотник, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 104 с. - ISBN 978-5-383-00673-3 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=3455>;
4. Устюхина, И. В. Некоторые методы решения оптимизационных задач : учебное пособие / И. В. Устюхина, С. М. Никонов, В. М. Зорин ; ред. В. М. Зорин ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 72 с. - ISBN 978-5-7046-1770-9 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8926>;
5. Галеев, Э. М. Оптимизация. Теория, примеры, задачи : учебное пособие / Э. М. Галеев . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Эдиториал УРСС, 2006 . – 336 с. - ISBN 5-484-00283-4 .;
6. Самарский, А. А. Устойчивость разностных схем / А. А. Самарский, А. В. Гулин . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Эдиториал УРСС, 2005 . – 384 с. - ISBN 5-354-00944-8 .;
7. А. А. Мицель, А. А. Шелестов, В. В. Романенко- "Методы оптимизации", Издательство: "ТУСУР", Томск, 2017 - (198 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481034>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Scilab;
4. SmathStudio.

## 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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-205, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, колонки
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-320, Учебная аудитория	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-305, Учебная аудитория	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
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	Т-319, Учебная	стол, стул, компьютерная сеть с

консультирования	аудитория	выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-317, Помещение учебно-вспомогательного персонала	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Методы решения инженерных задач

(название дисциплины)

## 7 семестр

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

- КМ-1 Математическое моделирование технических устройств, решение оптимизационных задач (Домашнее задание)
- КМ-2 Методы решения оптимизационных задач (Контрольная работа)
- КМ-3 Решение задач на основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей (Домашнее задание)
- КМ-4 Построение разностных уравнений (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	8	10	12	15
1	Математическое моделирование технических устройств					
1.1	Математическое моделирование как метод решения инженерных задач		+	+		
1.2	Понятие математической модели.		+	+		
1.3	Математическая модель технического устройства		+	+		
2	Методы решения оптимизационных задач					
2.1	Постановка оптимизационной задачи		+	+		
2.2	Методы одномерной минимизации		+	+		
2.3	Классические методы		+	+		
2.4	Методы направленного поиска			+		
2.5	Методы перебора вариантов		+	+		
2.6	Учет ограничений в оптимизационных задачах			+		
3	Решение задач на основе дифференциальных уравнений методом конечных разностей					
3.1	Общая характеристика задач на основе дифференциальных уравнений теплообмена и диффузии и способов решения.				+	+

3.2	Особенности решения двумерных задач			+	+
3.3	Решение задач теплопроводности и диффузии в условиях разрывности свойств среды			+	+
3.4	Задача о распределении энерговыделения в шестигранной кассете реактора			+	+
Вес КМ, %:		15	35	15	35