

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Информационные и вычислительные технологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ**

<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.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 48 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 77,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Топорков В.В.
	Идентификатор	Rc76a6458-ToporkovVV-1f71a135

В.В. Топорков

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Андреева И.Н.
	Идентификатор	Rb5322c60-AndreevaIN-0472a135

И.Н. Андреева

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Топорков В.В.
	Идентификатор	Rc76a6458-ToporkovVV-1f71a135

В.В. Топорков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение методов принятия проектных решений, разработки математических моделей процессов и объектов, методов их исследования и проведения сравнительного анализа

### Задачи дисциплины

- Изучение методов анализа объектов с распределенными параметрами, включая метод конечных разностей; метод конечных элементов;
- Изучение методов анализа объектов с сосредоточенными параметрами;
- Представление структуры объекта в виде графов и эквивалентных схем;
- Проведение аналогий между подсистемами;
- Построение топологических и компонентных уравнений;
- Изучение эквивалентных схем однородных подсистем: электрических, механических, гидравлических, пневматических и тепловых, типов связей между однородными подсистемами;
- Изучение способов формирования математических моделей систем в различных координатных базисах, включая моделирование элементов технических систем в различных базисах, методы моделирования в частотной и временной области.

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-3 Способен осуществлять менеджмент проектов, планировать работы, разрабатывать регламентные документы	ИД-1рпк-3 Демонстрирует умение использовать методы постановки новых задач анализа и синтеза новых проектных решений	знать: - Основы вычислительных методов; - Методы имитационного моделирования сложных систем.  уметь: - Применять методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования; - Выполнять основные процедуры проектирования систем различной физической природы, включая расчеты, моделирование и экспериментальные исследования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационные и вычислительные технологии (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Классификацию, назначение и принципы построения ЭВМ различной архитектуры, их организацию и функционирование
- знать Основы вычислительных методов
- уметь Применять методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования

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	Требования к математическим моделям	15	2	6	-	2	-	-	-	-	-	7	-			
1.1	Требования к математическим моделям	15		6	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-	
2	Анализ объектов с распределенными параметрами	15		6	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 114-118, стр. 117-118 [3], стр. 210-232, стр. 245-260
2.1	Анализ объектов с распределенными параметрами	15		6	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-	
3	Метод конечных разностей	15		6	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-	
3.1	Метод конечных разностей	15		6	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-	
4	Метод конечных элементов	15		6	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-	
4.1	Метод конечных элементов	15		6	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-	
5	Модели макроуровня	15		6	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 100-108, стр. 114-125, стр. 125-143
5.1	Модели макроуровня	15		6	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-	
6	Методы формирования моделей систем на макроуровне	15	6	-	2	-	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 4-17		

6.1	Методы формирования моделей систем на макроуровне	15	6	-	2	-	-	-	-	-	7	-	
7	Математические модели системного уровня	18	12	-	4	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 125-143, стр. 179-197 [3], стр. 17-35, стр. 74-91 [4], стр. 200-220
7.1	Математические модели системного уровня	18	12	-	4	-	-	-	-	2	-		
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>16</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>48</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>77.5</b>			

**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. Требования к математическим моделям

#### 1.1. Требования к математическим моделям

Адекватность, точность, эффективность математических моделей. Математические модели (ММ) различных иерархических уровней: модели микроуровня, макроуровня, функционально-логического и системного уровней. Маршруты проектирования и процедуры создания библиотек моделей..

### 2. Анализ объектов с распределенными параметрами

#### 2.1. Анализ объектов с распределенными параметрами

Постановка задачи. Краевые условия. Преобразование ММ в ходе решения. Примеры ММ объектов с распределенными параметрами. Стационарные и нестационарные задачи. Методы анализа на микроуровне, сеточные методы..

### 3. Метод конечных разностей

#### 3.1. Метод конечных разностей

Замена производных конечными разностями. Погрешности аппроксимаций, порядок погрешностей. Устойчивость разностных схем. Учет граничных условий первого и второго рода. Границы неправильной формы. Экстраполяция Ричардсона. Явные и неявные разностные схемы..

### 4. Метод конечных элементов

#### 4.1. Метод конечных элементов

Понятие шаблона. Метод взвешенных невязок (метод наименьших квадратов). Метод коллокаций. Метод Бубнова-Галеркина. Одновременная аппроксимация дифференциальных уравнений и краевых условий. Естественные краевые условия. Конечные элементы. Глобальные базисные функции. Требования гладкости базисных и весовых функций. Снижение требований к гладкости базисных функций. Получение матрицы жесткости и вектора нагрузок конечного элемента. Ансамблирование конечных элементов. Двумерные задачи. Треугольный и прямоугольный конечный элементы. Бесконечные элементы. Нестационарные задачи. Программы анализа по методу конечных элементов на микроуровне..

### 5. Модели макроуровня

#### 5.1. Модели макроуровня

Задача анализа объектов с сосредоточенными параметрами: представление структуры объектов в виде графов и эквивалентных схем; топологические и компонентные уравнения; формальные аналогии. Примеры компонентных и топологических уравнений в электрических, механических и гидравлических системах. Связь систем различной физической природы. Представление топологических моделей. Примеры эквивалентных схем технических объектов. Получение топологических уравнений на основе матрицы контуров и сечений. Методы формирования математических моделей систем: переменных состояния, узловой, модифицированной узловой, расширенной узловой. Модели элементов технических систем в различных базисах..

### 6. Методы формирования моделей систем на макроуровне

### 6.1. Методы формирования моделей систем на макроуровне

Получение топологических уравнений на основе матрицы контуров и сечений. Методы формирования математических моделей систем: переменных состояния, узловой, модифицированной узловой, расширенной узловой. Модели элементов технических систем в различных базисах. Анализ во временной и частотной области. Метод Эйлера. Алгоритмы численного интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы и алгоритмы решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений. Анализ в частотной области. Понятие многовариантного анализа. Область работоспособности. Анализ чувствительности. Статический анализ..

## 7. Математические модели системного уровня

### 7.1. Математические модели системного уровня

Системы массового обслуживания (СМО). Дисциплины обслуживания заявок в СМО. Аналитические и имитационные модели СМО. Марковские цепи. Уравнения Колмогорова. Языки для имитационного моделирования СМО. Событийное моделирование. Сетевые модели. Методы диакоптики в моделировании больших систем. Многоуровневый метод Ньютона. Метод релаксации формы сигнала. Метод прогнозируемых реакций. Фактор латентности..

### 3.3. Темы практических занятий

1. № 1. Маршруты проектирования и процедуры создания моделей (2 часа).;
2. № 2. Замена производных конечными разностями. Погрешности аппроксимаций, порядок погрешностей (2 часа).;
3. № 3. Устойчивость разностных схем. Учет граничных условий первого и второго рода (2 часа).;
4. № 4. Ансамблирование конечных элементов. Двумерные задачи. Треугольный и прямоугольный конечный элементы (2 часа).;
5. № 5. Топологические и компонентные уравнения; формальные аналогии (2 часа).;
6. № 6. Связь систем различной физической природы. Представление топологических моделей (2 часа).;
7. № 7. Системы массового обслуживания (СМО). Дисциплины обслуживания заявок в СМО. (2 часа).;
8. № 8. Аналитические и имитационные модели СМО (2 часа)..

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

### 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>										
Методы имитационного моделирования сложных систем	ИД-1РПК-3			+						Контрольная работа/Контрольная работа № 2 «Явные и неявные схемы вычислений в МКР»
Основы вычислительных методов	ИД-1РПК-3	+	+							Контрольная работа/Контрольная работа № 1 «Модели и методы анализа объектов с распределенными параметрами»
<b>Уметь:</b>										
Выполнять основные процедуры проектирования систем различной физической природы, включая расчеты, моделирование и экспериментальные исследования	ИД-1РПК-3				+	+	+			Контрольная работа/Контрольная работа № 3 «Алгебраизация дифференциальных уравнений в МКЭ»
Применять методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИД-1РПК-3								+	Контрольная работа/Контрольная работа № 4 «Событийное моделирование. Сетевые модели»

## **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: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа № 1 «Модели и методы анализа объектов с распределенными параметрами» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 «Явные и неявные схемы вычислений в МКР» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 3 «Алгебраизация дифференциальных уравнений в МКЭ» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 4 «Событийное моделирование. Сетевые модели» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **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.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / И. П. Норенков . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006 . – 448 с. – (Информатика в техническом университете) . - ISBN 5-7038-2892-9 .;
2. Топорков, В. В. Модели и методы системного синтеза : Учебное пособие по курсу "Математические основы синтеза дискретных структур" / В. В. Топорков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 64 с. - ISBN 5-7046-0285-1 : 4.40 .;
3. Топорков, В. В. Поведенческий синтез систем : Учебное пособие по курсу "Автоматизация синтеза дискретных систем" по специальности "Системы автоматизированного проектирования" / В. В. Топорков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 192 с. - ISBN 5-7046-0633-4 .;
4. Головицына М. В.- "Автоматизированное проектирование промышленных изделий", (2-е изд.), Издательство: "ИНТУИТ", Москва, 2016 - (378 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/100573>.

### **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. Libre Office.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-419, Учебная аудитория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-419, Учебная аудитория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-419, Учебная аудитория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды,

	читальный зал	компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-419, Учебная аудитория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Модели и методы анализа проектных решений

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа № 1 «Модели и методы анализа объектов с распределенными параметрами» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа № 2 «Явные и неявные схемы вычислений в МКР» (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа № 3 «Алгебраизация дифференциальных уравнений в МКЭ» (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа № 4 «Событийное моделирование. Сетевые модели» (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	Требования к математическим моделям					
1.1	Требования к математическим моделям		+			
2	Анализ объектов с распределенными параметрами					
2.1	Анализ объектов с распределенными параметрами		+			
3	Метод конечных разностей					
3.1	Метод конечных разностей			+		
4	Метод конечных элементов					
4.1	Метод конечных элементов				+	
5	Модели макроуровня					
5.1	Модели макроуровня				+	
6	Методы формирования моделей систем на макроуровне					
6.1	Методы формирования моделей систем на макроуровне				+	
7	Математические модели системного уровня					

7.1	Математические модели системного уровня				+
Вес КМ, %:		20	30	20	30