

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	2 семестр - 48 часа;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

В.В. Топорков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

И.Н. Андреева

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

В.В. Топорков

(расшифровка
подписи)

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
ПК-1 Способен осуществлять менеджмент проектов, планировать работы, разрабатывать регламентные документы	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует умение использовать методы постановки новых задач анализа и синтеза новых проектных решений	знать: - Методы имитационного моделирования сложных систем; - Основы вычислительных методов. 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		-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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		-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	
	Всего за семестр	144.0	48	-	16	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	48	-	16	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. 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		
Знать:										
Основы вычислительных методов	ИД-1ПК-1	+	+							Контрольная работа/Контрольная работа № 1 «Модели и методы анализа объектов с распределенными параметрами»
Методы имитационного моделирования сложных систем	ИД-1ПК-1			+						Контрольная работа/Контрольная работа № 2 «Явные и неявные схемы вычислений в МКР»
Уметь:										
Выполнять основные процедуры проектирования систем различной физической природы, включая расчеты, моделирование и экспериментальные исследования	ИД-1ПК-1				+	+	+			Контрольная работа/Контрольная работа № 3 «Алгебраизация дифференциальных уравнений в МКЭ»
Применять методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИД-1ПК-1								+	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)

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;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции;
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-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для	Е-419, Учебная	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для

консультирования	аудитория каф. "ВТ"	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

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