

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительно-измерительные системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**

<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.05</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>4 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>4 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>4 семестр - 32 часа;</b>
<b>Консультации</b>	<b>4 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4 семестр - 113,5 часов;</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>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>4 семестр - 0,50 часа;</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чумаченко Д.А.
	Идентификатор	R63ec124f-ChumachenkoDA-033870

(подпись)

Д.А. Чумаченко

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серов Н.А.
	Идентификатор	R708da564-SerovNA-06ab7859

(подпись)

Н.А. Серов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIGN-f73624c

(подпись)

И.Н. Желбаков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение способов моделирования (симулирования) отдельных узлов электрических средств измерений, приобретение навыков использования симуляторов на основе ЭВМ при проектировании технических средств измерений, освоение стандартных приемов документирования проделанных модельных экспериментов.

### Задачи дисциплины

- изучение схмотехнических компьютерных моделей электронных узлов и средств измерений;
- реализация симуляторов на основе ЭВМ при проектировании технических средств измерений;
- освоение стандартных приемов документирования проделанных модельных экспериментов.

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 обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем	знать: - основы схмотехники измерительных устройств.  уметь: - проводить оценку метрологических характеристик проектируемых схем.
ПК-4 Способен анализировать состояние средств измерений в организации, внедрение в процессы производства необходимых средств измерений и стандартных образцов и методик измерений	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Демонстрирует знание требований к эталонным средствам измерений	знать: - основные источники научно-технической информации в области схмотехники и метрологии.  уметь: - выполнять эксперименты по проверке правильности функционирования схем и поиску неисправностей в них.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительно-измерительные системы (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы математической логики и теории алгоритмов
- знать основы дискретной математики
- знать основы электроники

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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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	Общие понятия	51	4	11	10	-	-	-	-	-	-	30	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для подготовки к лабораторным работам и освоения материала необходимо выучить определения и термины в рамках моделирования средств измерений</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Ознакомиться с заданием и теоретической частью лабораторной работы № 1 "Моделирование вертикальной ветви модели трансформатора в широкой частотной области".</p>		
1.1	Общие понятия моделирования. Термины и определения.	51		11	10	-	-	-	-	-	-	-	30		-	
2	Изучение программного пакета моделирования MicroCap и Mathcad	47		11	11	-	-	-	-	-	-	-	25		-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Ознакомиться с заданием и теоретической частью лабораторной работы № 2 "Моделирование горизонтальной ветви трансформатора напряжения".</p>
2.1	Изучение программного пакета моделирования MicroCap и Mathcad	47		11	11	-	-	-	-	-	-	-	25		-	
3	Решение систем уравнений с помощью Mathcad	46		10	11	-	-	-	-	-	-	-	25		-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Ознакомиться с заданием и теоретической частью лабораторной работы № 3 "Моделирование горизонтальной ветви трансформатора во временной области".</p>
3.1	Решение систем уравнений с помощью Mathcad	46		10	11	-	-	-	-	-	-	-	25		-	
	Экзамен	36.00		-	-	-	-	2	-	-	0.50	-	33.50			

	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.00</b>		32	32	-	-	2	-	-	0.50	80	33.50	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.00</b>		32	32	-	2		-		0.50		113.50	

**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. Общие понятия

#### 1.1. Общие понятия моделирования. Термины и определения.

Ознакомительный экскурс в метрологию: базовые понятия и термины. Моделирование как средство изучения мира. Польза модельного подхода к проектированию электрических средств измерений (СИ). Представление базовых метрологических характеристик СИ в виде схемотехнических моделей. Точность моделирования измерительных устройств. Моделирование трансформатора напряжения – простейшего измерительного устройства, понятие о котором уже имеются у студентов на втором курсе..

### 2. Изучение программного пакета моделирования MicroCap и Mathcad

#### 2.1. Изучение программного пакета моделирования MicroCap и Mathcad

Установка пакетов MicroCap и Matcad на компьютер. Структура файлового пакета. Построение принципиальных и функциональных электрических схем встроенным графическим редактором. Изменение графики компонентов в соответствии с российскими стандартами. Создание новых библиотечных компонентов. Функции и настройки текстовых надписей на поле схемы.. Синтаксис внутреннего языка MicroCap. Форматы чисел и переменных. Синтаксис системных переменных. Синтаксис описания параметров моделей. Синтаксис выражений и функций. Размещение текстовых директив. Арифметические и логические операторы.. Анализ функций постоянного тока в среде MicroCap. Задание параметров моделирования. Меню режимов расчета. Проблемы сходимости. Многовариантный анализ. Моделирование статической погрешности СИ.. Анализ по переменному току на малом сигнале тока в среде MicroCap. Правила составления задания для частотного анализа. Задание параметров моделирования. Меню режимов расчета. Моделирование частотной погрешности СИ.. Анализ переходных процессов тока в среде MicroCap. Задание параметров моделирования. Меню режимов расчета, задание начальных значений и редактирование переменных состояния. Примеры анализа. Моделирование динамических погрешностей СИ.. Просмотр и обработка результатов моделирования. Представление результатов, пригодных к распечатке. Дополнительные возможности при построении графиков. Нанесение на графики размерных линий и координат.. Общие сведения о моделях компонентов MicroCap. Построение модели на примере резистора и индуктивности. Источники сигналов и их модели. Независимые источники постоянного и переменного напряжения и тока..

### 3. Решение систем уравнений с помощью Mathcad

#### 3.1. Решение систем уравнений с помощью Mathcad

Решение систем уравнений с заданием и без задания значений искомых компонентов. Решение систем уравнений с помощью методов Ливенберга-Марквардта, сопряжённых градиентов и квазиньютоновского..

## **3.3. Темы практических занятий** не предусмотрено

## **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Моделирование в широком частотном диапазоне вертикальной ветви модели трансформатора напряжения;
2. Моделирование в широком частотном диапазоне горизонтальной ветви модели трансформатора напряжения;

3. Моделирование во временной области вертикальной ветви модели трансформатора напряжения;
4. Моделирование во временной области горизонтальной ветви модели трансформатора напряжения.

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие понятия"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Изучение программного пакета моделирования MicroCap и Mathcad"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Решение систем уравнений с помощью Mathcad"

### **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>					
основы схемотехники измерительных устройств	ИД-1ПК-1	+			Тестирование/Тест №1 «Основы схемотехники измерительных устройств»
основные источники научно-технической информации в области схемотехники и метрологии	ИД-1ПК-4		+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1
<b>Уметь:</b>					
проводить оценку метрологических характеристик проектируемых схем	ИД-1ПК-1		+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Оценка метрологических характеристик проектируемых схем»
выполнять эксперименты по проверке правильности функционирования схем и поиску неисправностей в них	ИД-1ПК-4			+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3



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

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

**4 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Тест №1 «Основы схемотехники измерительных устройств» (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Контрольная работа №1 «Оценка метрологических характеристик проектируемых схем» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №4)

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

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

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

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

1. Умняшкин, С. В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов : [учебное пособие] / С. В. Умняшкин . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Техносфера, 2012 . – 368 с. – (Мир цифровой обработки) . - ISBN 978-5-94836-318-9 .;
2. Диденко, В. И. Основы метрологии: [в 2 ч.] : учебное пособие по курсу "Метрология, стандартизация и сертификация" по направлениям: 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника", 12.03.01 "Приборостроение", 27.03.04 "Управление в технических системах", 13.03.02 "Электроэнергетика и электроника" / В. И. Диденко, И. Н. Желбаков, Д. А. Чумаченко ; ред. В. И. Диденко ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . - ISBN 978-5-7046-2187-4 .;
3. Амелина М. А., Амелин С. А.- "Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (632 с.) <https://e.lanbook.com/book/153923>.

##### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. MathCad;

5. Matlab;
6. Майнд Видеоконференции;
7. Micro-Cap.

### 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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
10. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
19. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
20. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
21. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-530а, Учебно-исследовательская лаборатория «Лаборатория по исследованию интерфейсов периферийных устройств»	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-530а, Учебно-исследовательская лаборатория «Лаборатория по исследованию интерфейсов	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая

	периферийных устройств»	
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-530а, Учебно-исследовательская лаборатория «Лаборатория по исследованию интерфейсов периферийных устройств»	парта со скамьей, стол преподавателя, 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	Е-430/4, Лаборатория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Моделирование средств измерений**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Тест №1 «Основы схемотехники измерительных устройств» (Тестирование)  
 КМ-2 Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)  
 КМ-3 Контрольная работа №1 «Оценка метрологических характеристик проектируемых схем» (Контрольная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)  
 КМ-5 Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	12	16
1	Общие понятия						
1.1	Общие понятия моделирования. Термины и определения.		+				
2	Изучение программного пакета моделирования MicroCap и Mathcad						
2.1	Изучение программного пакета моделирования MicroCap и Mathcad			+	+	+	
3	Решение систем уравнений с помощью Mathcad						
3.1	Решение систем уравнений с помощью Mathcad						+
Вес КМ, %:			10	25	15	25	25