

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ**

<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.22</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>6 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 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>Тестирование</b> <b>Расчетное задание</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>6 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Журавлев О.В.
	Идентификатор	Rb5a945ac-ZhuravlevOV-e0d81a9

О.В. Журавлев

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.  
Шестопалова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.  
Шестопалова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение математического аппарата и информационных технологий для решения и моделирования задач энергетики

### Задачи дисциплины

- освоение методов моделирования источников электрической энергии;
- изучение методов исследования режимов работы ЛЭП при решении энергетических задач;
- изучение основных элементов систем и устройств, используемых при решении задач энергетики;
- освоение методов моделирования электрических машин и преобразователей, а также составление приложений библиотек Application Library в Simulink.;
- расширение спектра решаемых задач междисциплинарного взаимодействия.

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-4 Способен принимать участие в проектировании объектов гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии	ИД-3 <sub>ПК-4</sub> Владеет основными методами расчёта режимов работы и энергетических показателей электростанций на основе возобновляемых источников энергии	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- принципы формирования основных элементов систем и устройств электротехнических систем для получения конкурентно-способных вариантов решений;</li><li>- составляющие элементы источников электрической энергии;</li><li>- методы моделирования электрических машин и преобразователей для получения конкурентно-способных вариантов решений;</li><li>- методы моделирования ЛЭП в режиме холостого хода, передачи мощности, установившегося режима;</li><li>- принципы формирования и составления приложений в Simulink.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- выполнять расчеты по построению схем моделирования импульсного преобразователя с ключом на полевом транзисторе, неуправляемых однофазных выпрямителей, трехфазных выпрямителей, однофазных инверторов;</li><li>- выполнять расчеты по оптимизации параметров объекта и составлять приложения Application для имплементации задач;</li><li>- выполнять расчеты на базе методов моделирования основных элементов систем и устройств электротехнических систем;</li><li>- выполнять расчеты по определению параметров источников электроэнергии;</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		- выполнять расчеты моделей ЛЭ в режиме: холостого хода, передачи мощности, установившегося режима.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Базируется на дисциплинах: «Высшая математика» и «Программирование»
- уметь Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Теоретические основы гидроэнергетики», «Физические основы использования возобновляемых источников энергии», «Теоретические основы возобновляемой энергетики», «Инженерная гидрология» и при выполнении выпускной квалификационной работы

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	Математические модели ЛЭП	20	6	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка к тестированию</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к тестированию</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 1-250</p>		
1.1	Математические модели ЛЭП. Режим холостого хода и передачи мощности по ЛЭП. Режим установившегося режима.	20		6	-	6	-	-	-	-	-	-	8		-	
2	Моделирование. Источники электрической энергии	21		6	-	6	-	-	-	-	-	-	9		-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка к тестированию</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к тестированию</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 1-150</p>
2.1	Источники электрической энергии и их применение	21		6	-	6	-	-	-	-	-	-	9		-	
3	Моделирование электрических машин и преобразователей электроэнергии	23		8	-	6	-	-	-	-	-	-	9		-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к тестированию</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка к тестированию</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 151-254</p>
3.1	Приводы электрических машин и электрических преобразователей электроэнергии	23		8	-	6	-	-	-	-	-	-	9		-	
4	Моделирование основных элементы	21		6	-	6	-	-	-	-	-	-	9		-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к тестированию</p>

	систем и устройств электротехнических систем												<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка к тестированию
4.1	Моделирование основных элементы систем и устройств электротехнических систем	21	6	-	6	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 1-582
5	Моделирование и составление приложений в Simulink	23	6	-	8	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка к тестированию
5.1	Библиотеки приложений Application Library в Simulink.	23	6	-	8	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к тестированию
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 1-582
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</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>32</b>	<b>-</b>	<b>32</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; 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. Математические модели ЛЭП

1.1. Математические модели ЛЭП. Режим холостого хода и передачи мощности по ЛЭП. Режим установившегося режима.

Математические модели ЛЭП. Исследование режима холостого хода ЛЭП. Исследование режимов передачи мощности по ЛЭП Расчет установившегося режима ЭЭС на основе линейных и нелинейных математических моделей. Математические методы анализа статической устойчивости установившихся режимов ЭЭС.

### 2. Моделирование. Источники электрической энергии

2.1. Источники электрической энергии и их применение

Типы источников электрической энергии Примеры применения: источника постоянного тока, управляемого источника тока, источника переменного тока, моделирование амплитудной модуляции.

### 3. Моделирование электрических машин и преобразователей электроэнергии

3.1. Приводы электрических машин и электрических преобразователей электроэнергии

Типовые примеры моделирования: Привод двигателя постоянного тока. Моделирования мощной синхронной и асинхронной машины. Моделирование динамической нагрузки и управляемого трехфазного источника. Пример моделирования многоимпульсного ГТО-преобразователя Моделирование импульсного преобразователя с ключом на полевом транзисторе, неуправляемых однофазных выпрямителей, трехфазных выпрямителей, однофазных инверторов..

### 4. Моделирование основных элементы систем и устройств электротехнических систем

4.1. Моделирование основных элементы систем и устройств электротехнических систем

Моделирование устройств с однофазными и трехфазными трансформаторами. Выключатели и ограничители пиковых напряжений. Моделирование линии передачи с компенсаторами и без компенсаторов..

### 5. Моделирование и составление приложений в Simulink

5.1. Библиотеки приложений Application Library в Simulink.

Библиотеки Application Library в Simulink. Состав библиотеки Application Library, Блоки турбин ветровых электростанций, электрических устройств, машин постоянного тока. Блоки машин переменного тока. Блоки валов и редукторов. Моделирование высоковольтных систем передачи электроэнергии на постоянном токе.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Математические модели. Основные элементы электротехнических устройств и систем;
2. Математические модели. Приводы электрических машин и электрических преобразователей;
3. Математические модели. Источники электрической энергии и их применение;
4. Математические модели. Системы и устройства энергетической электроники;
5. Математические модели. ЛЭП.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математические модели ЛЭП"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Источники электрической энергии"
3. Обсуждение материалов по кейсам данного раздела "Моделирование электромашин и преобразователей "
4. Обсуждение материалов по кейсам данного раздела "Моделирование основных элементов и устройств электротехнических систем "
5. Обсуждение материалов по кейсам данного раздела "Моделирование и составление приложений в Simulink"

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Математические модели ЛЭП"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Моделирование. Источники электрической энергии"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Моделирование электрических машин и преобразователей"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные элементы и устройства систем"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Приложения в имитационной среде Simulink"

### **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	
<b>Знать:</b>							
принципы формирования и составления приложений в Simulink	ИД-3ПК-4					+	Тестирование/КМ 5 . Моделирование и составление приложений в Simulink
методы моделирования ЛЭП в режиме холостого хода, передачи мощности, установившегося режима	ИД-3ПК-4	+					Расчетное задание/КМ 1. Математические модели ЛЭП. Режим холостого хода и передачи мощности по ЛЭП.
методы моделирования электрических машин и преобразователей для получения конкурентно-способных вариантов решений	ИД-3ПК-4			+			Расчетное задание/КМ 3. Моделирование приводов электрических машин и электрических преобразователей электроэнергии
составляющие элементы источников электрической энергии	ИД-3ПК-4		+				Расчетное задание/КМ 2. Источники электрической энергии и их моделирование
принципы формирования основных элементов систем и устройств электротехнических систем для получения конкурентно-способных вариантов решений	ИД-3ПК-4			+			Расчетное задание/КМ 3. Моделирование приводов электрических машин и электрических преобразователей электроэнергии
<b>Уметь:</b>							
выполнять расчеты моделей ЛЭ в режиме: холостого хода, передачи мощности, установившегося режима	ИД-3ПК-4	+					Расчетное задание/КМ 1. Математические модели ЛЭП. Режим холостого хода и передачи мощности по ЛЭП.
выполнять расчеты по определению параметров источников электроэнергии	ИД-3ПК-4		+				Расчетное задание/КМ 2. Источники электрической энергии и их моделирование

выполнять расчеты на базе методов моделирования основных элементы систем и устройств электротехнических систем	ИД-3ПК-4				+		Тестирование/КМ 4. Моделирование основных элементы систем и устройств электротехнических систем
выполнять расчеты по оптимизации параметров объекта и составлять приложения Application для имплементации задач	ИД-3ПК-4					+	Тестирование/КМ 5 . Моделирование и составление приложений в Simulink
выполнять расчеты по построению схем моделирования импульсного преобразователя с ключом на полевом транзисторе, неуправляемых однофазных выпрямителей, трехфазных выпрямителей, однофазных инверторов	ИД-3ПК-4				+		Расчетное задание/КМ 3. Моделирование приводов электрических машин и электрических преобразователей электроэнергии

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

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

**6 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ 5 . Моделирование и составление приложений в Simulink (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ 1. Математические модели ЛЭП. Режим холостого хода и передачи мощности по ЛЭП. (Расчетное задание)
2. КМ 2. Источники электрической энергии и их моделирование (Расчетное задание)
3. КМ 3. Моделирование приводов электрических машин и электрических преобразователей электроэнергии (Расчетное задание)
4. КМ 4. Моделирование основных элементы систем и устройств электротехнических систем (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №6)

Для получения итоговой оценки используется усредненная величина промежуточной аттестации и текущей аттестации

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

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

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

1. Дьяконов, В. Simulink 4 : Специальный справочник / В. Дьяконов . – СПб. : Питер, 2002 . – 528 с. - ISBN 5-318-00551-9 .;
2. В. П. Дьяконов- "MATLAB 6.5 SP1/7.0 + Simulink 5/6 в математике и моделировании: справочная монография", Издательство: "СОЛОН-ПРЕСС", Москва, 2009 - (582 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117696>;
3. Любченко, А. В. Физические основы полупроводниковой инфракрасной фотоэлектроники : современные тенденции, новые материалы / А. В. Любченко, Е. А. Сальков, Ф. Ф. Сизов ; ред. М. К. Шейнкман ; Акад. наук УССР. Ин-т полупроводников . – Киев : Наукова думка, 1984 . – 254 с..

### **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).

### 5.3 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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Информо - <https://www.informio.ru/>
6. АНО «Россия – страна возможностей» - <https://rsv.ru/education/>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-204, Учебная лаборатория "Возобновляемые источники энергии"	стол учебный, стул, трибуна, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, лабораторный стенд, ноутбук, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-204, Учебная лаборатория "Возобновляемые источники энергии"	стол учебный, стул, трибуна, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, лабораторный стенд, ноутбук, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-204, Учебная лаборатория "Возобновляемые источники энергии"	стол учебный, стул, трибуна, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, лабораторный стенд, ноутбук, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Г-204, Учебная лаборатория "Возобновляемые источники энергии"	стол учебный, стул, трибуна, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, лабораторный стенд, ноутбук, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Математическое моделирование в энергетике

(название дисциплины)

#### 6 семестр

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

- КМ-1 КМ 1. Математические модели ЛЭП. Режим холостого хода и передачи мощности по ЛЭП. (Расчетное задание)
- КМ-2 КМ 2. Источники электрической энергии и их моделирование (Расчетное задание)
- КМ-3 КМ 3. Моделирование приводов электрических машин и электрических преобразователей электроэнергии (Расчетное задание)
- КМ-4 КМ 4. Моделирование основных элементы систем и устройств электротехнических систем (Тестирование)
- КМ-5 КМ 5 . Моделирование и составление приложений в Simulink (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	12	14
1	Математические модели ЛЭП						
1.1	Математические модели ЛЭП. Режим холостого хода и передачи мощности по ЛЭП. Режим установившегося режима.		+				
2	Моделирование. Источники электрической энергии						
2.1	Источники электрической энергии и их применение			+			
3	Моделирование электрических машин и преобразователей электроэнергии						
3.1	Приводы электрических машин и электрических преобразователей электроэнергии				+		
4	Моделирование основных элементы систем и устройств электротехнических систем						
4.1	Моделирование основных элементы систем и устройств электротехнических систем					+	
5	Моделирование и составление приложений в Simulink						
5.1	Библиотеки приложений Application Library в Simulink.						+
Вес КМ, %:			25	25	25	10	15