

**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**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.29</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 48 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 43,7 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>Проверочная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>5 семестр - 0,3 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:** освоение информационных технологий для решения и моделирования задач возобновляемой энергетики

### Задачи дисциплины

- изучение моделирования схем силовой электроники с помощью пакетом MATLAB/Simulink;

- освоение методов моделирования схем выпрямителя;
- изучение методов моделирования преобразователей постоянного тока в переменный;
- освоение методов моделирования преобразователей постоянного тока в постоянный;
- Применение Simulink в технологиях возобновляемых источников энергии.

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
ОПК-1 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Демонстрирует знание требований к оформлению документации (ЕСКД) и умение выполнять чертежи простых объектов	знать: - состав, принцип формирования силовых схем в технологиях возобновляемых источников энергии; - состав и принципы формирования моделей преобразователей постоянного тока в постоянный; - состав и принципы формирования моделей неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя.  уметь: - составлять и визуализировать результаты моделирования силовой электроники; - формировать и моделировать преобразователи постоянного тока в постоянный в составе ВИЭ; - формировать и моделировать преобразователи постоянного тока в переменный в составе ВИЭ.
ОПК-1 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации	знать: - состав и принципы формирования моделей преобразователей постоянного тока в переменный; - общие принципы формирования моделей силовых электронных схем.  уметь: - формировать и моделировать схемы в среде Simulink в технологиях ВИЭ; - формировать и моделировать неуправляемые и управляемые цепи выпрямителя в составе ВИЭ.

## 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», "Математические задачи возобновляемой энергетики", "Математическое моделирование возобновляемой энергетики", "промышленная электроника", «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» и т.п., а также 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 3 зачетных единицы, 108 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	Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink	22	5	3	-	10	-	-	-	-	-	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], 1-216</p>
1.1	Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink	22		3	-	10	-	-	-	-	-	9	-	
2	Моделирование цепей выпрямителя	20		3	-	8	-	-	-	-	-	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> [1], 1-139</p>
2.1	Моделирование цепей выпрямителя	20		3	-	8	-	-	-	-	-	9	-	
3	Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный	22		3	-	10	-	-	-	-	-	9	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка к тестированию</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материала по теме</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 1-667</p>
3.1	Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный	22		3	-	10	-	-	-	-	-	9	-	
4	Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный	22		3	-	10	-	-	-	-	-	9	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный". Студенты необходимо</p>
4.1	Моделирование	22		3	-	10	-	-	-	-	-	9	-	

	преобразователей постоянного тока в переменный												повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 1-122
5	Применение Simulink в технологиях возобновляемых источников энергии	21.7	4	-	10	-	-	-	-	-	7.7	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
5.1	Применение Simulink в технологиях возобновляемых источников энергии	21.7	4	-	10	-	-	-	-	-	7.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 1-139
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	16	-	48	-	-	-	-	0.3	43.7	-	
	Итого за семестр	108.0	16	-	48	-	-	-	-	0.3	43.7	-	

**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. Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink

##### 1.1. Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink

Переходная характеристика модели передаточной функции. ПИД-регулятора в среде MATLAB. Система управления с обратной связью. Улучшение визуализации сигналов..

#### 2. Моделирование цепей выпрямителя

##### 2.1. Моделирование цепей выпрямителя

Однофазный полуволновой диодный выпрямитель. Создание подсистем. Силовой блок. Свободный диод. Трехфазный диодный выпрямитель. Однофазный однополупериодный тиристорный выпрямитель. Однофазный двухполупериодный тиристорный выпрямитель. Трехфазный тиристорный выпрямитель..

#### 3. Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный

##### 3.1. Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный

Понижающий преобразователь. Повышающий преобразователь. Рабочий режим преобразователя постоянного тока в постоянный. Генерация ШИМ-сигналов. Управление преобразователем с обратной связью. Двухнаправленный преобразователь..

#### 4. Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный

##### 4.1. Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный

1 Рабочий режим преобразователя постоянного тока в переменный. Генерация ШИМ-сигналов. Управление преобразователем с обратной связью..

#### 5. Применение Simulink в технологиях возобновляемых источников энергии

##### 5.1. Применение Simulink в технологиях возобновляемых источников энергии

Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей.

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

1. Моделирование инверторов в составе ВИЭ;
2. Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный;
3. Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный;
4. Моделирование неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя;
5. Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя"

3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Моделирование неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей"

### **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>							
состав и принципы формирования моделей неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>		+				Проверочная работа/Моделирование неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя
состав и принципы формирования моделей преобразователей постоянного тока в постоянный	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>			+			Проверочная работа/Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный
состав, принцип формирования силовых схем в технологиях возобновляемых источников энергии	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>					+	Проверочная работа/Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей
общие принципы формирования моделей силовых электронных схем	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>	+					Проверочная работа/Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink®
состав и принципы формирования моделей преобразователей постоянного тока в переменный	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>				+		Проверочная работа/Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный
<b>Уметь:</b>							
формировать и моделировать преобразователи постоянного тока в переменный в составе ВИЭ	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>				+		Проверочная работа/Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный
формировать и моделировать преобразователи постоянного тока в постоянный в составе ВИЭ	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>			+			Проверочная работа/Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный
составлять и визуализировать результаты моделирования силовой электроники	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+					Проверочная работа/Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink®
формировать и моделировать неуправляемые и управляемые цепи выпрямителя в составе ВИЭ	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>		+				Проверочная работа/Моделирование неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя
формировать и моделировать схемы в среде Simulink в технологиях ВИЭ	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>					+	Проверочная работа/Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей

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

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

#### **5 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Моделирование неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя (Проверочная работа)
2. Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный (Проверочная работа)
3. Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный (Проверочная работа)
4. Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей (Проверочная работа)
5. Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink® (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №5)*

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

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

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

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

1. Кваснюк А.А.- "Силовая электроника", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011553.html>;
2. Онищенко, Г. Б. Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения : учебное пособие по направлениям 13.03.02 и 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. Б. Онищенко, О. М. Соснин . – М. : ИНФРА-М, 2016 . – 122 с. – (Высшее образование - Бакалавриат) . - ISBN 978-5-16-011120-9 .;
3. Белоус, А. И. Полупроводниковая силовая электроника / А. И. Белоус, С. А. Ефименко, А. С. Турцевич . – М. : Техносфера, 2018 . – 216 с. + 6 л. цв. вкл. – (Мир электроники) . - ISBN 978-5-94836-367-7 .;
4. Зиновьев, Г. С. Силовая электроника : учебное пособие для бакалавров, по специальности "Промышленная электроника" / Г. С. Зиновьев, Новосибирский государственный технический ун-т (НГТУ) . – 5-е изд., испр. и доп . – М. : Юрайт, 2015 . – 667 с. – (Бакалавр. Углубленный курс) . - ISBN 978-5-9916-1972-1 .;
5. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : эволюция и применение : [учебное издание] / Ю. К. Розанов . – М. : Знак, 2018 . – 139 с. - ISBN 978-5-87789-077-0 ..

## 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. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>

## 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 лабораторных занятий	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

### Моделирование силовой электроники

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink®  
(Проверочная работа)
- КМ-2 Моделирование неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя (Проверочная работа)
- КМ-3 Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный (Проверочная работа)
- КМ-4 Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный (Проверочная работа)
- КМ-5 Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей (Проверочная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	8	12	15
1	Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink						
1.1	Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink		+				
2	Моделирование цепей выпрямителя						
2.1	Моделирование цепей выпрямителя			+			
3	Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный						
3.1	Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный				+		
4	Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный						
4.1	Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный					+	
5	Применение Simulink в технологиях возобновляемых источников энергии						
5.1	Применение Simulink в технологиях возобновляемых источников энергии						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20