

**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 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

О.В. Журавлев

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

## 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 использования их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-1 <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.
ОПК-1 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использования их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>опк-1</sub> Демонстрирует знание требований к оформлению документации (ЕСКД) и умение выполнять чертежи простых объектов	знать: - состав и принципы формирования моделей неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя; - состав и принципы формирования моделей преобразователей постоянного тока в постоянный; - состав, принцип формирования силовых схем в технологиях возобновляемых источников энергии.  уметь: - формировать и моделировать преобразователи постоянного тока в переменный в составе ВИЭ; - формировать и моделировать преобразователи постоянного тока в постоянный в составе ВИЭ; - составлять и визуализировать результаты моделирования силовой электроники.

## **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	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к тестированию <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка к тестированию <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 1-216
1.1	Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink	22		3	-	10	-	-	-	-	-	9	-	
2	Моделирование цепей выпрямителя	20		3	-	8	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к тестированию <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка к тестированию <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 1-139
2.1	Моделирование цепей выпрямителя	20		3	-	8	-	-	-	-	-	9	-	
3	Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный	22		3	-	10	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка к тестированию <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материала по теме <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 1-667
3.1	Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный	22		3	-	10	-	-	-	-	-	9	-	
4	Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный	22		3	-	10	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный". Студенты необходимо
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 неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя;
2. Моделирование инверторов в составе ВИЭ;
3. Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный;
4. Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный;
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>							
общие принципы формирования моделей силовых электронных схем	ИД-1 <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-1 <sub>ОПК-1</sub>				+		Проверочная работа/Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный
состав, принцип формирования силовых схем в технологиях возобновляемых источников энергии	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>					+	Проверочная работа/Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей
состав и принципы формирования моделей преобразователей постоянного тока в постоянный	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>			+			Проверочная работа/Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный
состав и принципы формирования моделей неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>		+				Проверочная работа/Моделирование неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя
<b>Уметь:</b>							
формировать и моделировать неуправляемые и управляемые цепи выпрямителя в составе ВИЭ	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>		+				Проверочная работа/Моделирование неуправляемых и управляемых цепей выпрямителя
формировать и моделировать схемы в среде Simulink в технологиях ВИЭ	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>					+	Проверочная работа/Моделирование силовых схем в составе ВЭУ, СЭУ, электромобилей
составлять и визуализировать результаты моделирования силовой электроники	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>	+					Проверочная работа/Моделирование схем силовой электроники с помощью MATLAB®/ Simulink®
формировать и моделировать преобразователи постоянного тока в постоянный в составе ВИЭ	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>			+			Проверочная работа/Моделирование преобразователей постоянного тока в постоянный
формировать и моделировать преобразователи постоянного тока в переменный в составе ВИЭ	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>				+		Проверочная работа/Моделирование преобразователей постоянного тока в переменный

## **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. Майнд Видеоконференции.

## **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**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
	отсутствует	

## 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