

**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: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**САУ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ВИЭ**

<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.20</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 135,5 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>Решение задач</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2024**

**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	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c5ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

А.Г. Васьков

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 систем автоматического управления энергоустановок на базе возобновляемых источников энергии, их назначения, конструкции, основ проектирования и выбора настроечных параметров

### Задачи дисциплины

- Формирование знания и представление о:  
роли и месте систем автоматического управления в обеспечении жизнеспособности, надежности и экономичности работы установок на базе ВИЭ; видах, конструкциях, способах проведения обслуживания и расчетов параметров САУ при проектировании;

- Развитие умения использования полученных знаний: для анализа функциональной, технической и организационной структуры САУ; организации их эксплуатации и определения параметров их элементов при проектно-конструкторской разработке;

- Выработка навыков пользования справочными и методическими литературными источниками; проведения расчетов параметров элементов, выбора настроечных параметров;

- Оценки правильности результатов расчетов и обоснования конкретных технических решений;

- Составления программы проведения проверок САУ.

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-2 Способен понимать общие принципы построения и функционирования систем автоматического управления	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем автоматического управления	знать: - основные элементы и фрагменты систем автоматического управления ВЭУ.
ПК-2 Способен понимать общие принципы построения и функционирования систем автоматического управления	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Выполняет анализ простых систем автоматического управления	уметь: - проводить анализ и синтез СЭС; - проводить анализ и синтез ВЭС.
РПК-1 Способен решать задачи цифровизации в электроэнергетике и электротехнике	ИД-3 <sub>РПК-1</sub> Демонстрирует умение применять технологии больших данных к решению задач электротехники и электроэнергетики	знать: - составление схем САУ ЭУ на основе топливных элементов или электротяги.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	Формирование основных элементов САУ ВИЭ, их точность и устойчивость	36	8	7	-	4	-	-	-	-	-	25	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Формирование основных элементов САУ ВИЭ, их точность и устойчивость"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Формирование основных элементов САУ ВИЭ, их точность и устойчивость" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях Пакет модельно-ориентированного проектирования Simulink</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Формирование основных элементов САУ ВИЭ, их точность и устойчивость"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 1-196</p>
1.1	Формирование основных элементов САУ ВИЭ. Точность и устойчивость системы автоматического управления. Пакет модельно-ориентированного проектирования Simulink	36		7	-	4	-	-	-	-	-	25	-	
2	Проектирование и моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей	36		7	-	4	-	-	-	-	-	25	-	
2.1	Повышающий фотоэлектрический преобразователь ЭУ с режимом МРРТ. Понижающий	36		7	-	4	-	-	-	-	-	25	-	

	фотоэлектрический преобразователь ЭУ с режимом МРРТ.													практических занятиях Пакет модельно-ориентированного проектирования Simulink <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование и моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 1-276
3	Проектирование и моделирование ВИЭ на основе ветряных турбин	36	7	-	4	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Проектирование и моделирование ВИЭ на основе синхронных/ асинхронных ветряных турбин"	
3.1	Проектирование и моделирование ветряных турбин.	36	7	-	4	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Проектирование и моделирование ВИЭ на основе синхронных/ асинхронных ветряных турбин" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях Пакет модельно-ориентированного проектирования Simulink <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование и моделирование ВИЭ на основе синхронных/ асинхронных ветряных турбин" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 1-315	
4	Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов	36	7	-	2	-	-	-	-	-	27	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов"	
4.1	Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов	36	7	-	2	-	-	-	-	-	27	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов"	

														основе водородных топливных элементов" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях Пакет модельно- ориентированного проектирования Simulink <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 1-36
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	180.0	28	-	14	-	2	-	-	0.5	102	33.5		
	Итого за семестр	180.0	28	-	14		2		-	0.5		135.5		

**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. Формирование основных элементов САУ ВИЭ, их точность и устойчивость

1.1. Формирование основных элементов САУ ВИЭ. Точность и устойчивость системы автоматического управления. Пакет модельно-ориентированного проектирования Simulink

Теоретические и экспериментальные основы формирования среды и основных элементов САУ ВИЭ на основе пакета Simulink.

#### 2. Проектирование и моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей

2.1. Повышающий фотоэлектрический преобразователь ЭУ с режимом МРРТ.  
Понижающий фотоэлектрический преобразователь ЭУ с режимом МРРТ.

Определение структуры, расчет параметров и моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей.

#### 3. Проектирование и моделирование ВИЭ на основе ветряных турбин

3.1. Проектирование и моделирование ветряных турбин.

Определение структуры, расчет параметров и моделирование ВЭУ. Составление, наладка и моделирование схемы подключения фрагментов преобразователя.

#### 4. Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов

4.1. Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов

Определение структуры, расчет параметров и моделирование ЭУ на основе топливных элементов или электротяги.

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

1. Проектирование и моделирование синхронных ветряных турбин. Проектирование и моделирование асинхронных ветряных турбин;

2. Повышающий фотоэлектрический преобразователь ЭУ с режимом МРРТ.

Понижающий фотоэлектрический преобразователь ЭУ с режимом МРРТ..;

3. Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов.

### **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	
<b>Знать:</b>						
основные элементы и фрагменты систем автоматического управления ВЭУ	ИД-1ПК-2	+				Решение задач/Теоретические, экспериментальные основы, структурные схемы основных элементов САУ ВИЭ на основе пакета Simulink
составление схем САУ ЭУ на основе топливных элементов или электротяги	ИД-3РПК-1				+	Решение задач/Моделирование ЭУ на базе топливных элементов
<b>Уметь:</b>						
проводить анализ и синтез ВЭС	ИД-2ПК-2			+		Решение задач/Определение структуры, расчет параметров и моделирование ЭУ ветроэнергетики
проводить анализ и синтез СЭС	ИД-2ПК-2		+			Решение задач/Моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей

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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Моделирование ЭУ на базе топливных элементов (Решение задач)
2. Моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей (Решение задач)
3. Определение структуры, расчет параметров и моделирование ЭУ ветроэнергетики (Решение задач)
4. Теоретические, экспериментальные основы, структурные схемы основных элементов САУ ВИЭ на основе пакета Simulink (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №8)

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Тягунов, М. Г. Нетрадиционная энергетика : Учебное пособие по курсу "Нетрадиционная энергетика" для электроэнергетических специальностей / М. Г. Тягунов ; Ред. В. И. Виссарионов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 36 с. - ISBN 5-7046-0504-4 : 3.00 .;
2. Солнечная энергетика : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" / В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, В. А. Кузнецова, Н. К. Малинин ; Ред. В. И. Виссарионов . – 2-е изд., стереотип . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 276 с. - ISBN 978-5-383-00608-5 .;
3. Т. Л. Золотарев- "Гидроэнергетика" 1, Издательство: "Государственное энергетическое издательство", Москва, Ленинград, 1950 - (196 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213955>;
4. П. П. Безруких- "Ветроэнергетика. Справочное и методическое пособие.", Издательство: "Энергия", Москва, 2010 - (315 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=58344>.

### **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/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.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 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-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
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

### САУ энергоустановок на основе ВИЭ

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Теоретические, экспериментальные основы, структурные схемы основных элементов САУ ВИЭ на основе пакета Simulink (Решение задач)
- КМ-2 Моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей (Решение задач)
- КМ-3 Определение структуры, расчет параметров и моделирование ЭУ ветроэнергетики (Решение задач)
- КМ-4 Моделирование ЭУ на базе топливных элементов (Решение задач)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Формирование основных элементов САУ ВИЭ, их точность и устойчивость					
1.1	Формирование основных элементов САУ ВИЭ. Точность и устойчивость системы автоматического управления. Пакет модельно-ориентированного проектирования Simulink		+			
2	Проектирование и моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей					
2.1	Повышающий фотоэлектрический преобразователь ЭУ с режимом МРРТ. Понижающий фотоэлектрический преобразователь ЭУ с режимом МРРТ.			+		
3	Проектирование и моделирование ВИЭ на основе ветряных турбин					
3.1	Проектирование и моделирование ветряных турбин.				+	
4	Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов					
4.1	Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25