

**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: Гидроэлектростанции

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>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тягунов М.Г.
	Идентификатор	R806ed17c-TiagunovMG-84c34583

М.Г. Тягунов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c8ebe0f-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.
ПК-2 Способен понимать общие принципы построения и функционирования систем автоматического управления	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Выполняет анализ простых систем автоматического управления	знать: - процессы автоматического пуска и останова гидротурбины.
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	уметь: - работать с универсальной характеристикой гидротурбины; - проводить расчеты параметров системы регулирования гидротурбины.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Гидроэлектростанции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Энергоэнергетика 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	Элементы теории автоматического регулирования	29	8	7	-	2	-	-	-	-	-	20	-	<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 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Формирование основных элементов САУ ВИЭ, их точность и устойчивость" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Формирование основных элементов САУ ВИЭ, их точность и устойчивость"</p>	
1.1	Элементы теории автоматического регулирования	29		7	-	2	-	-	-	-	-	20	-		
2	Автоматическое управление агрегатного уровня	36		7	-	4	-	-	-	-	-	25	-		<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Проектирование и моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях Пакет модельно-ориентированного проектирования Simulink <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Проектирование и моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей" <b><u>Самостоятельное изучение</u></b></p>
2.1	Автоматическое управление агрегатного уровня	36		7	-	4	-	-	-	-	-	25	-		

													<b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование и моделирование ЭУ фотоэлектрических преобразователей" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 1-61
3	Автоматизированное управление станционного уровня	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
3.1	Автоматизированное управление станционного уровня	36	7	-	4	-	-	-	-	-	25	-	<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>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Проектирование и моделирование ВИЭ на основе синхронных/ асинхронных ветряных турбин" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 62-112
4	Автоматизированное управление ГЭС в электроэнергетических системах	43	7	-	4	-	-	-	-	-	32	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов"
4.1	Автоматизированное управление ГЭС в электроэнергетических системах	43	7	-	4	-	-	-	-	-	32	-	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 ЭУ на

													основе водородных топливных элементов" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 1-88 [3], 1-196
	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. Элементы теории автоматического регулирования

##### 1.1. Элементы теории автоматического регулирования

Основные понятия и определения - Принципы управления - Обобщенная функциональная схема системы управления - Виды и законы регулирования - Классификация систем управления.

#### 2. Автоматическое управление агрегатного уровня

##### 2.1. Автоматическое управление агрегатного уровня

пуск и остановка гидроагрегата - регулирование частоты вращения - регулирование возбуждения - контроль и диагностика состояния.

#### 3. Автоматизированное управление станционного уровня

##### 3.1. Автоматизированное управление станционного уровня

- Групповое регулирование частоты - Выбор рационального состава работающих агрегатов - Автоматическое управление вспомогательным оборудованием - Контроль и диагностика состояния сооружений и оборудования.

#### 4. Автоматизированное управление ГЭС в электроэнергетических системах

##### 4.1. Автоматизированное управление ГЭС в электроэнергетических системах

- Долгосрочное планирование режима ГЭС - Краткосрочное планирование режима ГЭС - Оперативное управление режимом ГЭС - Учет стока воды через ГЭС.

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

1. Проектирование и моделирование ЭУ на основе водородных топливных элементов;
2. Проектирование и моделирование синхронных ветряных турбин. Проектирование и моделирование асинхронных ветряных турбин;
3. Повышающий фотоэлектрический преобразователь ЭУ с режимом МРРТ. Понижающий фотоэлектрический преобразователь ЭУ с режимом МРРТ...

### **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	ИД-1ПК-2	+				Контрольная работа/Элементы теории автоматического регулирования
процессы автоматического пуска и останова гидротурбины	ИД-2ПК-2		+			Контрольная работа/Автоматическое управление агрегатного уровня
<b>Уметь:</b>						
проводить расчеты параметров системы регулирования гидротурбины	ИД-3РПК-1				+	Контрольная работа/Автоматизированное управление ГЭС в электроэнергетических системах
работать с универсальной характеристикой гидротурбины	ИД-3РПК-1			+		Контрольная работа/Автоматизированное управление станционного уровня

## **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: Письменная работа

1. Автоматизированное управление ГЭС в электроэнергетических системах (Контрольная работа)
2. Автоматизированное управление станционного уровня (Контрольная работа)
3. Автоматическое управление агрегатного уровня (Контрольная работа)
4. Элементы теории автоматического регулирования (Контрольная работа)

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. Малинин, Н. К. Оптимизация режимов ГЭС и ГАЭС методом динамического программирования : Учебное пособие по курсам "Математические задачи гидроэнергетики" и "Теоретические основы гидроэнергетики" / Н. К. Малинин ; Ред. М. Г. Тягунов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1991 . – 112 с.;
2. Дудченко, Л. Н. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности в энергосистеме гидроагрегатами ГЭС : учебное пособие по курсу "Вспомогательное оборудование ГЭС" по направлению "Электроэнергетика" / Л. Н. Дудченко, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 88 с. - ISBN 978-5-383-00254-4 .;
3. Т. Л. Золотарев- "Гидроэнергетика" 1, Издательство: "Государственное энергетическое издательство", Москва, Ленинград, 1950 - (196 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213955>.

### **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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, 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-204а, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, кондиционер, телевизор
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

### САУ энергоустановок на основе ВИЭ

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Элементы теории автоматического регулирования (Контрольная работа)
- КМ-2 Автоматическое управление агрегатного уровня (Контрольная работа)
- КМ-3 Автоматизированное управление станционного уровня (Контрольная работа)
- КМ-4 Автоматизированное управление ГЭС в электроэнергетических системах (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	14
1	Элементы теории автоматического регулирования					
1.1	Элементы теории автоматического регулирования		+			
2	Автоматическое управление агрегатного уровня					
2.1	Автоматическое управление агрегатного уровня			+		
3	Автоматизированное управление станционного уровня					
3.1	Автоматизированное управление станционного уровня				+	
4	Автоматизированное управление ГЭС в электроэнергетических системах					
4.1	Автоматизированное управление ГЭС в электроэнергетических системах					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25