

**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**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ**

<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.04</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 - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>5 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 27,7 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>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Козина М.А.
	Идентификатор	R8e01bb45-KozinovaMA-02c34583

(подпись)

М.А. Козина

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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:** изучение электрооборудования и схем электрических соединений электростанций и подстанций, принципов проектирования электроустановок и выбора силового электрооборудования

### Задачи дисциплины

- получить знания об основных параметрах, конструкциях и принципах работы электрооборудования электростанций и подстанций с учетом особенностей их технологического цикла;
- изучить схемы электрических соединений электростанций и подстанций, распределительных устройств, систем собственных нужд;
- научиться выполнять схемы электрических соединений электроустановок с использованием принятых (стандартных) способов графического отображения;
- научиться принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании электроустановок.

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-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ИД-бОПК-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	знать: - назначение и основные характеристики силового электрооборудования; - основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов.
ПК-3 Способен применять знание характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-1ПК-3 Демонстрирует знание основных характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей	знать: - методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности; - условные графические изображения элементов электростанций и подстанций; - типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд.

## 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.

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 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	Раздел 1	2	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение</u></b>  <b><u>теоретического материала:</u></b> [1] стр. 11-26                  [2] стр. 12-23 [4] стр. 10-14, 19-30  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                  [1], 11-25                  [2], 8-11                  [3], стр.11-25                  [4], 8-11</p>	
1.1	Общие сведения об объектах электроэнергетики	2		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	Раздел 2	4		2	-	2	-	-	-	-	-	-	-		<p><b><u>Самостоятельное изучение</u></b>  <b><u>теоретического материала:</u></b> [1] стр. 11-26                  [2] стр. 12-23 [4] стр. 10-14, 19-30.  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                  [2], 111-120                  [4], 111-120</p>
2.1	Типы электростанций, особенности их технологического процесса	4		2	-	2	-	-	-	-	-	-	-		
3	Раздел 3	8		4	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
3.1	Синхронные генераторы и компенсаторы	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение</u></b>  <b><u>теоретического материала:</u></b> [1] стр. 30-55,                  [2] стр. 235-263, [4] стр. 94-111.  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                  [1], 30-41                  [3], стр.30-41</p>		
4	Раздел 4	12	4	2	2	-	-	-	-	-	4	-			
4.1	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	12	4	2	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение</u></b>  <b><u>теоретического материала:</u></b> [1] стр. 30-55,                  [2] стр. 235-263, [4] стр. 94-111.  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>		

														[1], 67-81 [3], [стр. 67-81]
5	Раздел 5	16	6	-	6	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Выполняется первый этап РГЗ, в рамках которого необходимо выполнить чертеж главной схемы электрических соединений подстанции. Студентам необходимо решить задачу по выбору структурной схемы электрической подстанции. Для чего необходимо выбрать количество и типоразмер силовых трансформаторов, предложить схему РУ всех заданных классов напряжения. Задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1] стр. 229-236, [2] стр. 344-365, [3] стр. 111-114, 118-136, [4] стр. 319-328, 339-341, 346-355. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 93-110 [4], 93-110
5.1	Структурные схемы и типы подстанций. Схемы электроснабжения с.н. подстанций	16	6	-	6	-	-	-	-	-	-	4	-	
6	Раздел 6	14	4	-	6	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1] стр. 229-236, [2] стр. 344-365, [3] стр. 111-114, 118-136, [4] стр. 319-328, 339-341, 346-355.
6.1	Структурные схемы электрических станций	14	4	-	6	-	-	-	-	-	-	4	-	
7	Раздел 7	20	4	4	6	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Выполняется этап РГЗ, в рамках которого необходимо выполнить чертеж главной схемы электрических соединений подстанции. Студентам необходимо решить задачу по выбору распределительных устройств всех заданных классов напряжения. Для чего необходимо, из предложенных на предыдущем этапе выполнения РГЗ вариантов схем РУ, путем сопоставительного анализа выбрать распределительные устройства на каждый класс напряжения ПС. Далее следует
7.1	Схемы распределительных устройств электроустановок	20	4	4	6	-	-	-	-	-	-	6	-	

													начертить главную схему электрических соединений ПС. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1] стр. 236-252, [2] стр. 335-344, [3] стр. 148-173, [4] стр. 332-338, 341-346, 354-360. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 129-140 [2], 148-160 [3], стр.129-140 [4], 148-160
8	Раздел 8	31.7	6	10	10	-	-	-	-	-	5.7	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к ЛР 1-8
8.1	Коммутационные электрические аппараты	31.7	6	10	10	-	-	-	-	-	5.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1] стр. 141-180, [2] стр. 197-198, 206-208, 214-215, 222-226. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 141-192 [2], 186-193 [3], стр.141-192 [4], 186-190
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	32	16	32	-	-	-	-	0.3	27.7	-	
	Итого за семестр	108.0	32	16	32	-	-	-	-	0.3	27.7	-	

**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. Раздел 1

#### 1.1. Общие сведения об объектах электроэнергетики

Назначение и структура энергосистем и их элементов. Состояние и перспективы развития ЭЭ в РФ. Проблемы функционирования и развития ЭЭ в РФ. Реформа ЭЭ в РФ..

### 2. Раздел 2

#### 2.1. Типы электростанций, особенности их технологического процесса

Особенности производства ЭЭ на КЭС. Особенности производства ЭЭ на ТЭЦ. Особенности производства ЭЭ на АЭС. Особенности производства ЭЭ на ГЭС. Особенности производства ЭЭ на базе ГТУ. Особенности производства ЭЭ на базе СЭС. Особенности производства ЭЭ на базе ВЭС..

### 3. Раздел 3

#### 3.1. Синхронные генераторы и компенсаторы

Типы СГ. Параметры СГ. Системы охлаждения СГ. Системы возбуждения СГ. Включение СГ на параллельную работу. Режимы работы..

### 4. Раздел 4

#### 4.1. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы

Классификация и общие сведения. Типы и параметры (А)Т. Системы охлаждения. Тепловая диаграмма. Нагрев (А)Т при неравномерном графике нагрузки. Срок службы и износ. Руководство по нагрузочной способности.

### 5. Раздел 5

#### 5.1. Структурные схемы и типы подстанций. Схемы электроснабжения с.н. подстанций

Графики нагрузки. Упрощенная методика выбора трансформаторов. Уточненная методика выбора трансформаторов. Схемы электроснабжения с.н. подстанций..

### 6. Раздел 6

#### 6.1. Структурные схемы электрических станций

Типы блоков, применяемых на электрических станциях. Структурные схемы КЭС. Структурные схемы ТЭЦ. Структурные схемы АЭС. Структурные схемы ГЭС, ГАЭС. Структурные схемы СЭС. Структурные схемы ВЭС..

### 7. Раздел 7

#### 7.1. Схемы распределительных устройств электроустановок

Общие требования к схемам РУ. Схемы РУ радиального типа. Схемы РУ кольцевого типа. Схемы РУ упрощенные. Оперативные переключения..

### 8. Раздел 8

#### 8.1. Коммутационные электрические аппараты

Электрическая дуга. Способы воздействия на дугу. Дугогасящие устройства в высоковольтных выключателях. Назначение выключателей. Требования к выключателям. Достоинства и недостатки выключателей разных видов. Разъединители. Коммутационные аппараты до 1000 В. Предохранители..

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

1. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Упрощенная методика выбора;
2. Измерительные ТТ и ТН, системы измерений и контроля;
3. Собственные нужды электростанций. Подготовка к выполнению ТР № 2;
4. Выбор структурной схемы электростанции;
5. Собственные нужды подстанций;
6. Схемы распределительных устройств. Системы измерения и контроля;
7. Выбор структурной схемы подстанции на основе технико-экономического сопоставления;
8. Структурные схемы подстанций.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Предохранители;
2. Выключатели свыше 1000 В;
3. Выключатели нагрузки и разъединители;
4. Коммутационные аппараты до 1000 В;
5. Измерительные трансформаторы напряжения;
6. Измерительные трансформаторы тока;
7. Конструкция ОРУ;
8. Шинные конструкции и изоляторы.

### **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	5	6	7	8	
<b>Знать:</b>										
основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов	ИД-6опк-4	+	+			+				Контрольная работа/Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" Расчетно-графическая работа/Расчетно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции"
назначение и основные характеристики силового электрооборудования	ИД-6опк-4			+	+				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №№ 1-8 Контрольная работа/Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" Расчетно-графическая работа/Расчетно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции"
типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд	ИД-1пк-3								+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №№ 1-8 Расчетно-графическая работа/Расчетно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции"
условные графические изображения элементов электростанций и подстанций	ИД-1пк-3					+	+	+		Контрольная работа/Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по

									упрощенной методике" Расчетно-графическая работа/Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции"
методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности	ИД-1ПК-3				+				Контрольная работа/Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" Расчетно-графическая работа/Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции"

## **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: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчётно-графическая работа)
2. Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчётно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №5)*

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. Старшинов, В. А. Электрическая часть электростанций и подстанций : учебное пособие по курсу "Электроэнергетика и электротехника" / В. А. Старшинов, М. В. Пираторов, М. А. Козина ; ред. В. А. Старшинов . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 296 с. - ISBN 978-5-383-00874-4 .;
2. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов по всем специальностям направления 650900 "Электроэнергетика" / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов . – 2-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 288 с. - ISBN 5-903072-17-8 .;
3. Старшинов В. А., Пираторов М. В., Козина М. А.- "Электрическая часть электростанций и подстанций", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2015 - (296 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72327](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72327);
4. Балаков Ю.Н. , Мисриханов М.Ш. , Шунтов А.В. - "Проектирование схем электроустановок", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (288 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72271](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72271).

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. SimInTech (студенческая версия);
2. Neplan.

## **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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Электрические станции и подстанции**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа)
- КМ-2 Расчетно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Расчетно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	6	8	10	14
1	Раздел 1					
1.1	Общие сведения об объектах электроэнергетики		+		+	
2	Раздел 2					
2.1	Типы электростанций, особенности их технологического процесса		+		+	
3	Раздел 3					
3.1	Синхронные генераторы и компенсаторы		+	+		+
4	Раздел 4					
4.1	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы		+	+	+	+
5	Раздел 5					
5.1	Структурные схемы и типы подстанций. Схемы электроснабжения с.н. подстанций		+		+	
6	Раздел 6					
6.1	Структурные схемы электрических станций		+		+	
7	Раздел 7					

7.1	Схемы распределительных устройств электроустановок	+	+	+	+
8	Раздел 8				
8.1	Коммутационные электрические аппараты	+	+		+
Вес КМ, %:		20	30	30	20