

**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: Распределительные электрические сети

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ**

<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.08</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 6;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>216 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 12 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 12 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 12 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 177,5 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>Расчетно-графическая работа</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Королев В.М.
	Идентификатор	R364c8003-KorolevVM-ef29d230

(подпись)

В.М. Королев

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Валянский А.В.
	Идентификатор	R98c29a50-ValianskyAV-a927df5b

(подпись)

А.В. Валянский

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b1

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ расчета и анализа режимов работы электроэнергетических систем и сетей и основ проектирования электрических сетей

### Задачи дисциплины

- овладение основами расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей;
- изучение методов регулирования частоты и напряжения.

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 применять знание способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей	знать: - принципы процесса производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии.  уметь: - определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей, используя справочную литературу.
ПК-2 Способен применять знание способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание основ управления процессами производства, транспорта и использования электроэнергии	знать: - методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей различной конфигурации.  уметь: - анализировать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; - рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей различной конфигурации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Распределительные электрические сети (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 6 зачетных единиц, 216 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	Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях	6	7	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях"
1.1	Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях	6		1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
2	Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей	24		2	-	2	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей"
2.1	Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей	24		2	-	2	-	-	-	-	-	20	-	
3	Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации	64		4	6	4	-	-	-	-	-	50	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> выполнение пп.2 расчетного задания <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации"
3.1	Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации	64		4	6	4	-	-	-	-	-	50	-	

4	Балансы мощностей в электроэнергетической системе	29	2	-	2	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Балансы мощностей в электроэнергетической системе"
4.1	Балансы мощностей в электроэнергетической системе	29	2	-	2	-	-	-	-	-	25	-	
5	Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе	35	2	6	2	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> выполнение п.3 расчетного задания <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе"
5.1	Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе	35	2	6	2	-	-	-	-	-	25	-	
6	Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем	22	1	-	1	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> выполнение п.4 расчетного задания <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 362-367
6.1	Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем	22	1	-	1	-	-	-	-	-	20	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0	12	12	12	-	2	-	-	0.5	144	33.5	
	Итого за семестр	216.0	12	12	12	2	-	-	-	0.5	177.5		

**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. Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях

#### 1.1. Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях

Основные понятия и определения. Исторический обзор развития электрических сетей в России, современное состояние и перспективы дальнейшего развития. Основные элементы электроэнергетических систем..

### 2. Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей

#### 2.1. Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей

Полные и упрощенные схемы замещения электрических линий и их параметры. Полные и упрощенные схемы замещения трансформаторов (автотрансформаторов) и их параметры. Понятие комплексной нагрузки. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей.

### 3. Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации

#### 3.1. Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации

Построение схемы замещения электрической сети. Расчет электрических линий 110-220 кВ с использованием векторных диаграмм на-пряжений и токов и П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана током. Расчет электрических линий 110-220 кВ с использованием П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана мощностью. Допущения, используемые при расчете сетей 110 кВ. Расчет магистральных и разветвленных сетей. Совместный расчет сетей двух номинальных напряжений. Расчет электрических сетей с учетом статических характеристик нагрузок. Метод систематизированного подбора. Расчет режимов замкнутых сетей. Понятие точки потокораздела. Особенности послеаварийных режимов. Расчет режимов сетей напряжением до 35 кВ. Особенности расчета режимов. Расчет режимов работы электрических сетей с двумя источниками питания. Краткие сведения об электрическом расчете сложных замкнутых электрических сетей.

### 4. Балансы мощностей в электроэнергетической системе

#### 4.1. Балансы мощностей в электроэнергетической системе

Задачи расчета балансов активной и реактивной мощности. Составляющие балансов активной и реактивной мощности в электрических сетях. Баланс активной мощности в электроэнергетической системе и его связь с частотой. Баланс реактивной мощности в электроэнергетической системе и его связь с напряжением. Компенсация реактивной мощности..

### 5. Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе

#### 5.1. Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе

Основы регулирования напряжения. Способы и технические средства регулирования напряжения. Регулирующие устройства в электрических сетях. Основы регулирования частоты..

### 6. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем

### 6.1. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем

Основные сведения о характере потерь мощности и электроэнергии в различных элементах электрических сетей. Виды потерь мощности. Определение потерь мощности и электроэнергии в электрических линиях и трансформаторах (автотрансформаторах). Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Расчет режимов в ПВК RastrWin;
2. Расчет параметров схемы замещения линий электропередачи;
3. Расчет параметров схемы замещения трансформаторного оборудования;
4. Приведенная и расчетная нагрузка подстанции;
5. Расчет режимов разомкнутых электрических сетей;
6. Расчет режимов электрических сетей двух номинальных напряжений;
7. Расчет режимов замкнутых электрических сетей;
8. Оценка достаточности регулировочного диапазона устройств РПН трансформаторов;
9. Расчет режимов электрических сетей с двумя источниками;
10. Расчет потерь активной мощности и электроэнергии.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Режимы кольцевой сети 110 кВ;
2. Регулирование напряжения в сетях 110-220 кВ;
3. Исследование установившихся режимов двухцепной воздушной линии 220 кВ с одним источником питания.

### 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	
<b>Знать:</b>								
принципы процесса производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии	ИД-1ПК-2	+			+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания
методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей различной конфигурации	ИД-2ПК-2			+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет режима»
<b>Уметь:</b>								
определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей, используя справочную литературу	ИД-1ПК-2		+					Расчетно-графическая работа/Выполнение п.1 расчетного задания
рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей различной конфигурации	ИД-2ПК-2			+				Расчетно-графическая работа/Выполнение п. 2 и 3 расчетного задания Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2
анализировать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей	ИД-2ПК-2				+	+	+	Расчетно-графическая работа/Выполнение п.п. 4 и 5 расчетного задания

								Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3
--	--	--	--	--	--	--	--	---

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. Выполнение п.1 расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Расчет режима» (Контрольная работа)

Форма реализации: Соблюдение графика выполнения задания

1. Выполнение п. 2 и 3 расчетного задания (Расчетно-графическая работа)
2. Выполнение п.п. 4 и 5 расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 3 (Лабораторная работа)
4. Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. Электрические системы. Электрические сети : Учебник для вузов по направлению " Энергетика и энергомашиностроение" / В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков, и др. ; Ред. В. А. Строев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1998 . – 511 с. - ISBN 5-06-001031-7 : 30.80 .;
2. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети : Учебник для электроэнергетических специальностей / В. И. Идельчик . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 592 с.;
3. Справочник по проектированию электрических сетей / И. Г. Карапетян, и др. ; Ред. Д. Л. Файбисович . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : ЭНАС, 2006 . – 352 с. - ISBN 5-931966-84-6 .;
4. Валянский, А. В. Неизолированные провода нового поколения воздушных линий электроэнергетических систем : учебное пособие по курсам "Электроэнергетические системы и сети" и "Воздушные и кабельные линии электропередачи" для студентов, обучающихся по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. В. Валянский, Г. К. Зарудский, Г. В. Шведов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 52 с.

- ISBN 978-5-7046-2396-0 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11464](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11464);

5. В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков, Л. А. Солдаткина- "Электрические системы", Издательство: "Высшая школа", Москва, 1971 - (439 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450000>.

### **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. RastrWin.

### **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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

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

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Электроэнергетические системы и сети

(название дисциплины)

## 7 семестр

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

- КМ-1 Выполнение п.1 расчетного задания (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-2 Выполнение п. 2 и 3 расчетного задания (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-3 Выполнение п.п. 4 и 5 расчетного задания (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-4 Контрольная работа «Расчет режима» (Контрольная работа)  
 КМ-5 Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-6 Защита лабораторной работы № 1 (Лабораторная работа)  
 КМ-7 Защита лабораторной работы № 2 (Лабораторная работа)  
 КМ-8 Защита лабораторной работы № 3 (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	8	10	13	14	13	13	14	15
1	Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях									
1.1	Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях						+			+
2	Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей									
2.1	Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей		+							
3	Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации									
3.1	Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации			+		+		+	+	
4	Балансы мощностей в электроэнергетической системе									
4.1	Балансы мощностей в электроэнергетической системе				+		+			+

5	Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе								
5.1	Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе			+		+			+
6	Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем								
6.1	Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем			+		+			+
Вес КМ, %:		10	15	10	20	15	10	10	10