

**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: Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ**

<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 - 3; 8 семестр - 4; всего - 7</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 28 часа; всего - 60 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 28 часа; всего - 60 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>7 семестр - 43,7 часа; 8 семестр - 85,5 часа; всего - 129,2 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>Зачет с оценкой</b>	<b>7 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа; всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

**Преподаватель**

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Ванин А.С.
	Идентификатор	Rd4f34a31-VaninAS-037682a9

(подпись)

**А.С. Ванин**

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель  
образовательной программы**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

(подпись)

**В.Н. Тульский**

(расшифровка  
подписи)

**Заведующий выпускающей  
кафедры**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

(подпись)

**В.Н. Тульский**

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение принципов и методов обеспечения качественного и надежного электроснабжения потребителей с применением современных цифровых технологий

### Задачи дисциплины

- изучение схем сети, применяемых в системах электроснабжения;
- освоение аналитических и вероятностных методов расчета показателей надежности электроснабжения;
- изучение причин ухудшения показателей качества электроэнергии;
- изучение мероприятий, направленных на обеспечение качества электроэнергии;
- освоение современных цифровых технологий для решения прикладных задач электроснабжения.

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-1 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание основных способов производства, передачи и распределения электроэнергии	знать: - показатели надёжности элементов и систем электроснабжения; - схемы электроснабжения; - параметры режима, показатели качества электроэнергии и методы их оценки.  уметь: - выполнять анализ систем электроснабжения в современном программном обеспечении; - рассчитывать показатели надёжности электроснабжения с использованием аналитических и вероятностных методов; - рассчитывать параметры режимов и показатели качества электроэнергии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика и электротехника (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 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ 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	Схемы сетей в системах электроснабжения	34	7	12	-	12	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Составление схем сети для потребителей различных категорий. Определение последовательности событий при отказах элементов систем электроснабжения. Выбор основного оборудования для систем электроснабжения.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 222-248</p>		
1.1	Схемы сетей в системах электроснабжения	34		12	-	12	-	-	-	-	-	-	10		-	
2	Надёжность элементов и систем электроснабжения	28		10	-	10	-	-	-	-	-	-	8		-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Составление моделей отказов и восстановлений для элементов и групп элементов системы электроснабжения</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 14-53</p>
2.1	Надёжность элементов и систем электроснабжения	28		10	-	10	-	-	-	-	-	-	8		-	
3	Расчет показателей надёжности электроснабжения	28		10	-	10	-	-	-	-	-	-	8		-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Определение показателей надёжности электроснабжения отдельных потребителей и системы электроснабжения в целом</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 53-66</p>
3.1	Расчет показателей надёжности электроснабжения	28		10	-	10	-	-	-	-	-	-	8		-	
	Зачет с оценкой	18.0			-	-	-	-	-	-	-	0.3	-		17.7	

	Всего за семестр	108.0		32	-	32	-	-	-	-	0.3	26	17.7	
	Итого за семестр	108.0		32	-	32	-	-	-	-	0.3	43.7		
4	Общие сведения о качестве электроэнергии, показателях и влиянии на работу электроприемников	40	8	14	-	12	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Расчет показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения: отклонение напряжения, коэффициенты обратной и нулевой последовательности, коэффициенты гармонических составляющих <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 23–28, 50–87, 105–129
4.1	Общие сведения о качестве электроэнергии, показателях и влиянии на работу электроприемников	40		14	-	12	-	-	-	-	-	-	14	
5	Регулирование напряжения в электрических сетях	18		6	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Определение настроек регулирующего оборудования в распределительных сетях при отсутствии и наличии распределенной возобновляемой генерации <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 32–33, 219–248
5.1	Регулирование напряжения в электрических сетях	18		6	-	6	-	-	-	-	-	6	-	
6	Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении	50		8	-	10	-	-	-	-	-	32	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Ознакомление с программным комплексом Power Factory. Создание схем, выполнение расчетов установившихся режимов, квази-динамического моделирования, расчета надежности. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 248-266
6.1	Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении	50		8	-	10	-	-	-	-	-	32	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		28	-	28	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0		28	-	28	2	-	-	-	0.5	85.5		

	ИТОГО	252.0	-	60	-	60	2	-	0.8	129.2	
--	-------	-------	---	----	---	----	---	---	-----	-------	--

**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. Схемы сетей в системах электроснабжения

#### 1.1. Схемы сетей в системах электроснабжения

Введение. Виды систем электроснабжения. Принципы классификации, основные требования. Принципы построения электрических сетей. Категории надежности электроснабжения. Нерезервированные схемы сети. Петлевые схемы сети. Автоматизированные многолучевые схемы сети.

### 2. Надёжность элементов и систем электроснабжения

#### 2.1. Надёжность элементов и систем электроснабжения

Модели отказов элементов. Биномиальный закон. Закон Пуассона. Показательное распределение. Модель отказов и восстановления одного элемента. Жизненный цикл элемента. Модели отказов и восстановления последовательно и параллельно соединенных элементов.

### 3. Расчет показателей надёжности электроснабжения

#### 3.1. Расчет показателей надёжности электроснабжения

Надежность распределительных сетей. SAIDI, SAIFI. Расчет сложных схем. Метод путей и сечений. Балансовая надежность автономных систем электроснабжения.

### 4. Общие сведения о качестве электроэнергии, показателях и влиянии на работу электроприемников

#### 4.1. Общие сведения о качестве электроэнергии, показателях и влиянии на работу электроприемников

Качество электроэнергии. Показатели качества ЭЭ. Медленные изменения напряжения. Несимметрия напряжения. Несинусоидальность напряжения. Колебания напряжения. Провалы напряжения, перенапряжения, перерывы питания..

### 5. Регулирование напряжения в электрических сетях

#### 5.1. Регулирование напряжения в электрических сетях

Моделирование нагрузки. Графики нагрузки. Регулирование напряжения в системах электроснабжения. ВИЭ в системах электроснабжения.

### 6. Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении

#### 6.1. Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении

Цифровые устройства и программное обеспечение в системах электроснабжения. Power Factory. Введение. Сборка простой схемы. Расчет установившегося режима. Power Factory. Графики нагрузки и регулирование напряжения. Power Factory. Расчет надежности..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Определение последовательности событий при коротких замыканиях в системах электроснабжения;
2. Выполнение расчетов в программном комплексе Power Factory;
3. Определение настроек регулирующего оборудования в пассивных распределительных сетях;

4. Расчет гармонических составляющих тока и напряжения в системах электроснабжения. Определение коэффициентов гармонических составляющих;
5. Пофазный расчет уровня напряжения у потребителей. Определение коэффициентов обратной и нулевой последовательности;
6. Расчет отклонения напряжения в системах электроснабжения. Определение настроек регулирующего оборудования.;
7. Определение показателей балансовой надежности для автономных систем электроснабжения;
8. Определение показателей надежности электроснабжения относительно отдельных потребителей и системы электроснабжения в целом;
9. Определение показателей надежности электроснабжения относительно отдельных потребителей;
10. Составление моделей отказов и восстановлений для элементов и групп элементов системы электроснабжения. Построение диаграмм состояний;
11. Выбор основного оборудования для систем электроснабжения.;
12. Составление схем сети для потребителей различных категорий.

#### **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	5	6	
<b>Знать:</b>								
параметры режима, показатели качества электроэнергии и методы их оценки	ИД-1ПК-1				+			Контрольная работа/Качество электроэнергии
схемы электроснабжения	ИД-1ПК-1	+						Контрольная работа/Схемы сетей в системах электроснабжения
показатели надёжности элементов и систем электроснабжения	ИД-1ПК-1		+					Контрольная работа/Надёжность элементов и систем электроснабжения
<b>Уметь:</b>								
рассчитывать параметры режимов и показатели качества электроэнергии	ИД-1ПК-1			+				Контрольная работа/Анализ показателей надёжности электроснабжения
рассчитывать показатели надёжности электроснабжения с использованием аналитических и вероятностных методов	ИД-1ПК-1						+	Контрольная работа/Составление и анализ схем электроснабжения различной категории надёжности
выполнять анализ систем электроснабжения в современном программном обеспечении	ИД-1ПК-1					+		Контрольная работа/Регулирование напряжения в электрических сетях

#### **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: Письменная работа

1. Анализ показателей надёжности электроснабжения (Контрольная работа)
2. Надёжность элементов и систем электроснабжения (Контрольная работа)
3. Схемы сетей в системах электроснабжения (Контрольная работа)

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Качество электроэнергии (Контрольная работа)
2. Регулирование напряжения в электрических сетях (Контрольная работа)
3. Составление и анализ схем электроснабжения различной категории надёжности (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №7)*

*Экзамен (Семестр №8)*

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. Шведов, Г. В. Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети : учебное пособие для вузов по направлениям 140200 "Электроэнергетика", 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. В. Шведов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 268 с. - ISBN 978-5-383-00743-3 ;
2. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / И. И. Карташев, и др. ; ред. Ю. В. Шаров . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2017 . – 347 с. - ISBN 978-5-383-01074-7 .;
3. Хорольский, В. Я. Надёжность электроснабжения : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов . – М. : Форум : ИНФРА-М, 2019 . – 127 с. – (Высшее образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-00091-486-1 ;
4. Герасимов В.Г.- "Электротехнический справочник. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2009 - (964 с.) <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003381.html>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-2/15, Учебная лаборатория «Режимов Электрических систем»	стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, лабораторный стенд, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, запасные комплектующие для оборудования
Помещения для самостоятельной работы	Д-2/12(1), Кабинет сотрудников каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, колонки звуковые, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, документы, журналы, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала
Помещения для консультирования	Д-2/12(2), Кабинет сотрудников каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, стол для совещаний, принтер, кондиционер, журналы, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-404/1а, Кладовая	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электроснабжение

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 Схемы сетей в системах электроснабжения (Контрольная работа)
- КМ-2 Надёжность элементов и систем электроснабжения (Контрольная работа)
- КМ-3 Анализ показателей надёжности электроснабжения (Контрольная работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	8	10	14
1	Схемы сетей в системах электроснабжения				
1.1	Схемы сетей в системах электроснабжения		+		
2	Надёжность элементов и систем электроснабжения				
2.1	Надёжность элементов и систем электроснабжения			+	
3	Расчет показателей надёжности электроснабжения				
3.1	Расчет показателей надёжности электроснабжения				+
Вес КМ, %:			33	33	34

#### 8 семестр

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

- КМ-4 Качество электроэнергии (Контрольная работа)
- КМ-5 Регулирование напряжения в электрических сетях (Контрольная работа)
- КМ-6 Составление и анализ схем электроснабжения различной категории надежности (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	8	10	14
1	Общие сведения о качестве электроэнергии, показателях и влиянии на работу электроприемников				
1.1	Общие сведения о качестве электроэнергии, показателях и влиянии на работу электроприемников		+		

2	Регулирование напряжения в электрических сетях			
2.1	Регулирование напряжения в электрических сетях		+	
3	Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении			
3.1	Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении			+
Вес КМ, %:		25	25	50