

**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 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

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

А.С. Ванин

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

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

В.Н. Тульский

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

В.Н. Тульский

## 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. Составление моделей отказов и восстановлений для элементов и групп элементов системы электроснабжения. Построение диаграмм состояний;
2. Определение показателей надежности электроснабжения относительно отдельных потребителей;
3. Определение показателей надежности электроснабжения относительно отдельных

- потребителей и системы электроснабжения в целом;
4. Определение показателей балансовой надежности для автономных систем электроснабжения;
  5. Расчет гармонических составляющих тока и напряжения в системах электроснабжения. Определение коэффициентов гармонических составляющих;
  6. Выполнение расчетов в программном комплексе Power Factory;
  7. Определение настроек регулирующего оборудования в пассивных распределительных сетях;
  8. Определение последовательности событий при коротких замыканиях в системах электроснабжения;
  9. Расчет отклонения напряжения в системах электроснабжения. Определение настроек регулирующего оборудования.;
  10. Составление схем сети для потребителей различных категорий;
  11. Пофазный расчет уровня напряжения у потребителей. Определение коэффициентов обратной и нулевой последовательности;
  12. Выбор основного оборудования для систем электроснабжения..

### **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-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-2/9, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, кондиционер, телевизор, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала

## 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