

**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**  
**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 - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 48 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 48 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 47,7 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>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>7 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	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>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

(подпись)

А.Г. Васьков

(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 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-3 Способен применять знание характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знание основных характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей	знать: - схемы электроснабжения; - показатели надёжности элементов и систем электроснабжения; - параметры режима, показатели качества электроэнергии и методы их оценки.  уметь: - рассчитывать показатели надёжности электроснабжения с использованием аналитических и вероятностных методов; - рассчитывать параметры режимов и показатели качества электроэнергии; - выполнять анализ систем электроснабжения в современном программном обеспечении.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Гидроэлектростанции (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 4 зачетных единицы, 144 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	28	7	10	-	10	-	-	-	-	-	8	-	<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	28		10	-	10	-	-	-	-	-	-	8		-	
2	Надёжность элементов и систем электроснабжения	24		8	-	8	-	-	-	-	-	-	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> [2], 14-53</p>
2.1	Надёжность элементов и систем электроснабжения	24		8	-	8	-	-	-	-	-	-	8		-	
3	Расчет показателей надёжности электроснабжения	20		6	-	6	-	-	-	-	-	-	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> [2], 53-66</p>
3.1	Расчет показателей надёжности электроснабжения	20		6	-	6	-	-	-	-	-	-	8		-	
4	Общие сведения о качестве	28		10	-	10	-	-	-	-	-	-	8		-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Расчет</p>

	электроэнергии, показателей и влияния на работу электроприемников												показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения: отклонение напряжения, коэффициенты обратной и нулевой последовательности, коэффициенты гармонических составляющих
4.1	Общие сведения о качестве электроэнергии, показателях и влиянии на работу электроприемников	28	10	-	10	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 23–28, 50–87, 105–129
5	Регулирование напряжения в электрических сетях	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Определение настроек регулирующего оборудования в распределительных сетях при отсутствии и наличии распределенной возобновляемой генерации
5.1	Регулирование напряжения в электрических сетях	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 32–33, 219–248
6	Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении	23.7	8	-	8	-	-	-	-	-	7.7	-	<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.
6.1	Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении	23.7	8	-	8	-	-	-	-	-	7.7	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>47.7</b>	<b>-</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>47.7</b>	<b>-</b>	

**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. 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. Выполнение расчетов в программном комплексе Power Factory;
2. Определение показателей надежности электроснабжения относительно отдельных потребителей и системы электроснабжения в целом;
3. Составление схем сети для потребителей различных категорий;
4. Составление моделей отказов и восстановлений для элементов и групп элементов

- системы электроснабжения. Построение диаграмм состояний;
5. Определение показателей надежности электроснабжения относительно отдельных потребителей;
  6. Определение последовательности событий при коротких замыканиях в системах электроснабжения;
  7. Определение показателей балансовой надежности для автономных систем электроснабжения;
  8. Расчет отклонения напряжения в системах электроснабжения. Определение настроек регулирующего оборудования.;
  9. Определение настроек регулирующего оборудования в пассивных распределительных сетях.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Показатели надёжности элементов и систем электроснабжения"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование событий, состояний и элементов систем электроснабжения при анализе надёжности"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчёт показателей структурной надёжности электроснабжения"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчёт показателей балансовой надёжности для систем электроснабжения с собственной генерацией"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие сведения, нормирование, понятие об электромагнитной совместимости и качестве электроэнергии, его показателях и влиянию качества электроэнергии на работу электроприемников"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Учет показателей качества электроэнергии при выборе электросетевого оборудования"

### **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-3				+			Контрольная работа/Качество электроэнергии
показатели надёжности элементов и систем электроснабжения	ИД-1ПК-3		+					Контрольная работа/Надёжность элементов и систем электроснабжения
схемы электроснабжения	ИД-1ПК-3	+						Контрольная работа/Схемы сетей в системах электроснабжения
<b>Уметь:</b>								
выполнять анализ систем электроснабжения в современном программном обеспечении	ИД-1ПК-3					+		Контрольная работа/Регулирование напряжения в электрических сетях
рассчитывать параметры режимов и показатели качества электроэнергии	ИД-1ПК-3			+				Контрольная работа/Анализ показателей надёжности электроснабжения
рассчитывать показатели надёжности электроснабжения с использованием аналитических и вероятностных методов	ИД-1ПК-3						+	Расчетно-графическая работа/Составление и анализ схем электроснабжения различной категории надежности

## **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. Качество электроэнергии (Контрольная работа)
3. Надёжность элементов и систем электроснабжения (Контрольная работа)
4. Регулирование напряжения в электрических сетях (Контрольная работа)
5. Составление и анализ схем электроснабжения различной категории надёжности (Расчетно-графическая работа)
6. Схемы сетей в системах электроснабжения (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №7)*

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. Шведов Г.В.- "Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2012 - (268 с.)  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007433.html>;
2. 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  
.;
3. 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 ..

### **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.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. 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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	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-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
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

### 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)
- 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 (Расчетно-графическая работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	6	7	10	12	14	16
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				+			
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					+		
5	Регулирование напряжения в электрических сетях							
5.1	Регулирование напряжения в электрических сетях						+	
6	Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении							
6.1	Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении							+
Вес КМ, %:			16	16	16	16	16	20

