

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
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	7 семестр - 24 часа;
Практические занятия	7 семестр - 48 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	7 семестр - 35,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Силаев М.А.
	Идентификатор	R173a9150-SilayevMA-5e8dbd73

М.А. Силаев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.
Шестопалова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.
Шестопалова

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 _{ПК-3} Демонстрирует знание основных характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей	знать: - параметры режима, показатели качества электроэнергии и методы их оценки; - схемы электроснабжения; - показатели надёжности элементов и систем электроснабжения. уметь: - рассчитывать показатели надёжности электроснабжения с использованием аналитических и вероятностных методов; - выполнять анализ систем электроснабжения в современном программном обеспечении; - рассчитывать параметры режимов и показатели качества электроэнергии.

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	Схемы сетей в системах электроснабжения	23	7	5	-	10	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Составление схем сети для потребителей различных категорий. Определение последовательности событий при отказах элементов систем электроснабжения. Выбор основного оборудования для систем электроснабжения.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 222-248</p>		
1.1	Схемы сетей в системах электроснабжения	23		5	-	10	-	-	-	-	-	-	8		-	
2	Надёжность элементов и систем электроснабжения	20		4	-	8	-	-	-	-	-	-	8		-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Составление моделей отказов и восстановлений для элементов и групп элементов системы электроснабжения</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 14-53</p>
2.1	Надёжность элементов и систем электроснабжения	20		4	-	8	-	-	-	-	-	-	8		-	
3	Расчет показателей надёжности электроснабжения	13		3	-	6	-	-	-	-	-	-	4		-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Определение показателей надёжности электроснабжения отдельных потребителей и системы электроснабжения в целом</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 53-66</p>
3.1	Расчет показателей надёжности электроснабжения	13		3	-	6	-	-	-	-	-	-	4		-	
4	Общие сведения о качестве	19		5	-	10	-	-	-	-	-	-	4		-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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	19	5	-	10	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 23–28, 50–87, 105–129
5	Регулирование напряжения в электрических сетях	17	3	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Определение настроек регулирующего оборудования в распределительных сетях при отсутствии и наличии распределенной возобновляемой генерации
5.1	Регулирование напряжения в электрических сетях	17	3	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 32–33, 219–248
6	Моделирование систем электроснабжения в современном программном обеспечении	15.7	4	-	8	-	-	-	-	-	3.7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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	15.7	4	-	8	-	-	-	-	-	3.7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 15-48
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	24	-	48	-	-	-	-	0.3	35.7	-	
	Итого за семестр	108.0	24	-	48	-	-	-	-	0.3	35.7	-	

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. Определение настроек регулирующего оборудования в пассивных распределительных сетях;
2. Расчет отклонения напряжения в системах электроснабжения. Определение настроек регулирующего оборудования.;
3. Определение показателей балансовой надежности для автономных систем

- электроснабжения;
4. Определение последовательности событий при коротких замыканиях в системах электроснабжения;
 5. Определение показателей надежности электроснабжения относительно отдельных потребителей;
 6. Составление моделей отказов и восстановлений для элементов и групп элементов системы электроснабжения. Построение диаграмм состояний;
 7. Составление схем сети для потребителей различных категорий;
 8. Определение показателей надежности электроснабжения относительно отдельных потребителей и системы электроснабжения в целом;
 9. Выполнение расчетов в программном комплексе Power Factory.

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	
Знать:								
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
параметры режима, показатели качества электроэнергии и методы их оценки	ИД-1ПК-3				+			Контрольная работа/Качество электроэнергии
Уметь:								
рассчитывать параметры режимов и показатели качества электроэнергии	ИД-1ПК-3			+				Контрольная работа/Анализ показателей надёжности электроснабжения
выполнять анализ систем электроснабжения в современном программном обеспечении	ИД-1ПК-3					+		Контрольная работа/Регулирование напряжения в электрических сетях
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 / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов, и др. ; Ред. Ю. В. Шаров . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 320 с. - ISBN 5-903072-13-5 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	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
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	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
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	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 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-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
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

