

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.11
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 23,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Насыров Р.Р.
	Идентификатор	R48fa5e5e-NasyrovRR-34f285d8

Р.Р. Насыров

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н. Кузнецов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

Ю.В. Шаров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: получение знаний и умений в области управления качеством электроэнергии в электрических сетях общего назначения.

Задачи дисциплины

- изучить показатели качества электрической энергии и причины возникновения кондуктивных помех;
- освоить организационные, технические и методические мероприятия обеспечения качества электрической энергии.

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 участвовать в научно-исследовательской деятельности в сфере электроэнергетики	ИД-2 _{ПК-1} Умеет критически анализировать характеристики режимов современных электроэнергетических систем и сетей и возможности методов и средств их исследования	знать: - характеристики качества электрической энергии и причины возникновения кондуктивных помех. уметь: - определять параметры технических средств обеспечения качества электроэнергии используя показатели качества электроэнергии.
ПК-2 Способен участвовать в реализации технологических процессов объектов профессиональной деятельности	ИД-3 _{ПК-2} Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями	знать: - технические средства обеспечения качества электрической энергии. уметь: - выбирать настройки средств регулирования напряжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 2 зачетных единицы, 72 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	Электромагнитная совместимость	14	3	6	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электромагнитная совместимость" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 23-28 [2], 23-28
1.1	Электромагнитная совместимость	14		6	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
2	Показатели качества электроэнергии	20		8	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Показатели качества электроэнергии" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 50-87
2.1	Показатели качества электроэнергии	20		8	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
3	Средства измерения показателей качества электроэнергии	14.7		6	-	4	-	-	-	-	-	4.7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Средства измерения показателей качества электроэнергии" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 103-142
3.1	Средства измерения показателей качества электроэнергии	14.7		6	-	4	-	-	-	-	-	4.7	-	
4	Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии	11		6	-	4	-	-	-	-	-	1	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии"
4.1	Способы и	11		6	-	4	-	-	-	-	-	1	-	

	технические средства обеспечения качества электроэнергии												<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 219-282
5	Контроль и анализ качества электроэнергии	12		6	-	4	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Контроль и анализ качества электроэнергии"
5.1	Контроль и анализ качества электроэнергии	12		6	-	4	-	-	-	-	2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 156-177
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	72.0		32	-	16	-	-	-	0.3	23.7	-	
	Итого за семестр	72.0		32	-	16	-	-	-	0.3	23.7	-	

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. Электромагнитная совместимость

1.1. Электромагнитная совместимость

Источники и приемники электрической энергии (ЭЭ). Передача, производство, распределение и потребление электроэнергии. Баланс активной и реактивной мощности. Номинальные напряжения электрических сетей. Распределение напряжения при передаче ЭЭ. Качество электроэнергии (КЭ) и электромагнитная совместимость (ЭМС). Характеристики КЭ и ЭМС. Виды электромагнитных помех. Показатели КЭ и уровни ЭМС. Помеховосприимчивость и помехоустойчивость.

2. Показатели качества электроэнергии

2.1. Показатели качества электроэнергии

Медленные изменения, колебания, несинусоидальность, несимметрия напряжения и отклонения частоты как процессы, характеризующие режим работы электрической системы. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ) как характеристики этих процессов. Медленные изменения напряжения в трехфазной и однофазной сети, форма, размахи и частота повторений колебаний напряжения, фликер как интегральная характеристика колебаний напряжения, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициент гармонических искажений напряжения, коэффициент несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности. Провалы напряжения и временные перенапряжения. Глубина и длительность провалов. Коэффициент временного перенапряжения. Импульсы напряжения, их амплитуда и длительность. Перерывы в электроснабжении. Коэффициент средней продолжительности отключений в системе (System Average Interruption Duration Index, SAIDI). Коэффициент средней частоты отключений в системе (System Average Interruption Frequency Index, SAIFI). Нормирование КЭ (ГОСТ 32144-2013). Нормальные и предельные значения ПКЭ. Оценка ПКЭ по допустимым значениям, вероятностные характеристики ПКЭ. Нормы КЭ и их характеристики..

3. Средства измерения показателей качества электроэнергии

3.1. Средства измерения показателей качества электроэнергии

Типовая структура современных средств измерения (СИ). Основные технические требования к приборам. Требования к нормируемым метрологическим характеристикам. Требования к электропитанию. Требования к входным цепям. Требования электромагнитной совместимости. Исполнение приборов. Требования безопасности. Методы контроля метрологических характеристик. Испытания приборов. Сертификат на тип средства измерения..

4. Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии

4.1. Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии

Организационные и технические мероприятия обеспечения качества электроэнергии. Анализ причин ухудшения КЭ. Измерения ПКЭ. Выбор мероприятий в условиях проектирования и эксплуатации. Технические условия на присоединение потребителя к ЭС общего назначения. Выбор средств обеспечения КЭ. Регулирование напряжения. Фильтро-компенсирующие и симметрирующие установки. Схемные способы обеспечения КЭ..

5. Контроль и анализ качества электроэнергии

5.1. Контроль и анализ качества электроэнергии

Контроль в точках общего присоединения потребителя. Эпизодический и постоянный контроль. Выбор типа средств измерения (СИ). Схемы присоединения СИ. Измерение напряжений, тока и мощности. Учет погрешности СИ и измерительных трансформаторов напряжения и тока. Выбор интервала измерения и длительности измерения. Обработка результатов измерения. Оценка допустимости измеренных ПКЭ по относительному времени превышения нормальных и предельных значений ПКЭ. Анализ результатов измерения. Определение фактического вклада потребителя..

3.3. Темы практических занятий

1. Обработка результатов контроля качества электрической энергии;
2. Выбор точек контроля качества электроэнергии в электрических сетях, присоединение к точке контроля, настройка средств измерения;
3. Оценка размахов напряжений вызванных резкопеременной нагрузкой;
4. Определение параметров фильтро-компенсирующих устройств;
5. Оценка допустимых границ установившегося отклонения напряжения в различных точках электрической сети, настройка устройств регулирования напряжения.

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	
Знать:							
характеристики качества электрической энергии и причины возникновения кондуктивных помех	ИД-2ПК-1		+	+			Контрольная работа/Регулирование напряжения в электрических сетях Контрольная работа/Средства измерений показателей качества электроэнергии
технические средства обеспечения качества электрической энергии	ИД-3ПК-2	+					Контрольная работа/Оценка искажения формы кривой сигнала Контрольная работа/Регулирование напряжения в электрических сетях Контрольная работа/Средства измерений показателей качества электроэнергии
Уметь:							
определять параметры технических средств обеспечения качества электроэнергии используя показатели качества электроэнергии	ИД-2ПК-1					+	Контрольная работа/Оценка соответствия показателя качества электроэнергии установленным требованиям Контрольная работа/Регулирование напряжения в электрических сетях Контрольная работа/Средства измерений показателей качества электроэнергии
выбирать настройки средств регулирования напряжения	ИД-3ПК-2				+		Контрольная работа/Оценка искажения формы кривой сигнала Контрольная работа/Оценка соответствия показателя качества электроэнергии установленным требованиям

							Контрольная работа/Регулирование напряжения в электрических сетях Контрольная работа/Средства измерений показателей качества электроэнергии
--	--	--	--	--	--	--	--

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Оценка искажения формы кривой сигнала (Контрольная работа)
2. Оценка соответствия показателя качества электроэнергии установленным требованиям (Контрольная работа)
3. Регулирование напряжения в электрических сетях (Контрольная работа)
4. Средства измерений показателей качества электроэнергии (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 3 семестр.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. 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.;
2. Карташев И.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г., Шаров Ю.В., Насыров Р.Р.- "Управление качеством электроэнергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 - (347 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010747.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. 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/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>

6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>

7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-200, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Г-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	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
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 хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-12, Кладовая	стеллаж, стол, стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Управление качеством электроэнергии

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Регулирование напряжения в электрических сетях (Контрольная работа)
 КМ-2 Средства измерений показателей качества электроэнергии (Контрольная работа)
 КМ-3 Оценка искажения формы кривой сигнала (Контрольная работа)
 КМ-4 Оценка соответствия показателя качества электроэнергии установленным требованиям (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	6	8	12	15
1	Электромагнитная совместимость					
1.1	Электромагнитная совместимость		+	+	+	
2	Показатели качества электроэнергии					
2.1	Показатели качества электроэнергии		+	+		
3	Средства измерения показателей качества электроэнергии					
3.1	Средства измерения показателей качества электроэнергии		+	+		
4	Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии					
4.1	Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии		+	+	+	+
5	Контроль и анализ качества электроэнергии					
5.1	Контроль и анализ качества электроэнергии		+	+		+
Вес КМ, %:			25	25	25	25