

**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: Инжиниринг в системах электроснабжения

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**


<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>Б2.Ч.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 57,5 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>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)


В.Н. Тульский

(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	Шведов Г.В.
	Идентификатор	Rdd042f00-ShvedovGV-637a98fb


(подпись)

Г.В. Шведов

(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	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b7

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение организационных, технических и методических средств обеспечения качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения

### Задачи дисциплины

- освоение характеристик качества электрической энергии и причин возникновения кондуктивных помех;
- приобретение навыков оценки ожидаемых уровней помех и выбора средств обеспечения качества электроэнергии;
- овладение методами регулирования взаимоотношений между субъектами электроэнергетического рынка в части обеспечения качества электроэнергии.

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 управлении проектами систем электроснабжения объектов	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Формулирует техническое задание для проектирования системы электроснабжения объекта	знать: - характеристики качества электрической энергии и причины возникновения кондуктивных помех.  уметь: - оценивать допустимые и ожидаемые уровни помех; - оформлять требования по допустимому уровню помех, создаваемых электроустановками потребителей.
ПК-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов	ИД-б <sub>ПК-1</sub> Разрабатывает мероприятия по повышению энергоэффективности систем электроснабжения объектов	знать: - технические средства обеспечения качества электрической энергии.  уметь: - определять параметры технических средств обеспечения качества электроэнергии используя показатели качества электроэнергии; - выбирать настройки средств регулирования напряжения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Инжиниринг в системах электроснабжения (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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	Электромагнитная совместимость	4	1	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электромагнитная совместимость" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 8-28	
1.1	Электромагнитная совместимость	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
2	Показатели качества электроэнергии	8		2	-	4	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Показатели качества электроэнергии" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 50-87 [2], 55-77
2.1	Показатели качества электроэнергии	8		2	-	4	-	-	-	-	-	-	2	-	
3	Средства измерения показателей качества электроэнергии	10		2	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Средства измерения показателей качества электроэнергии" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 131-154
3.1	Средства измерения показателей качества электроэнергии	10		2	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	
4	Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии	20		4	-	10	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии"
4.1	Способы и	20		4	-	10	-	-	-	-	-	-	6	-	

	технические средства обеспечения качества электроэнергии											<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 219-284	
5	Контроль и анализ качества электроэнергии	14	4	-	6	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Контроль и анализ качества электроэнергии"
5.1	Контроль и анализ качества электроэнергии	14	4	-	6	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 156-182
6	Регулирование взаимоотношений между субъектами электроэнергетического рынка в части обеспечения качества электроэнергии	16	2	-	8	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Регулирование взаимоотношений между субъектами электроэнергетического рынка в части обеспечения качества электроэнергии"
6.1	Регулирование взаимоотношений между субъектами электроэнергетического рынка в части обеспечения качества электроэнергии	16	2	-	8	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 286-306 [2], 290-305
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0	16	-	32	-	2	-	-	0.5	24	33.5	
	Итого за семестр	108.0	16	-	32		2		-	0.5		57.5	

**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..

### 6. Регулирование взаимоотношений между субъектами электроэнергетического рынка в части обеспечения качества электроэнергии

6.1. Регулирование взаимоотношений между субъектами электроэнергетического рынка в части обеспечения качества электроэнергии

Определение допустимого расчетного вклада потребителя в ухудшение КЭ. Контроль выполнения требований ГОСТ 32144-2013. Контроль выполнения условий договора на электроснабжение. Определение виновника ухудшения КЭ в точке общего присоединения..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Определение допустимого расчетного вклада потребителя в ухудшение КЭ;
2. Анализ результатов измерения;
3. Выбор средств обеспечения качества электроэнергии и определения их параметров;
4. Формирование протоколов контроля качества электроэнергии и их анализ;
5. Оценка ПКЭ по допустимым значениям, вероятностные характеристики ПКЭ.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электромагнитная совместимость"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Показатели качества электроэнергии"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Средства измерения показателей качества электроэнергии"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Контроль и анализ качества электроэнергии"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Регулирование взаимоотношений между субъектами электроэнергетического рынка в части обеспечения качества электроэнергии"

### 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>								
характеристики качества электрической энергии и причины возникновения кондуктивных помех	ИД-1пк-1		+					Контрольная работа/Оценка допустимых и ожидаемых уровней помех, создаваемых электроприемниками потребителей Тестирование/Показатели качества электроэнергии Тестирование/Способы и средства обеспечения качества электроэнергии
технические средства обеспечения качества электрической энергии	ИД-6пк-1					+		Контрольная работа/Оценка допустимых и ожидаемых уровней помех, создаваемых электроприемниками потребителей Тестирование/Показатели качества электроэнергии Тестирование/Способы и средства обеспечения качества электроэнергии
<b>Уметь:</b>								
оформлять требования по допустимому уровню помех, создаваемых электроустановками потребителей	ИД-1пк-1						+	Тестирование/Показатели качества электроэнергии Расчетно-графическая работа/Требования по допустимому уровню помех, создаваемых электроустановками потребителей
оценивать допустимые и ожидаемые уровни помех	ИД-1пк-1			+				Контрольная работа/Оценка допустимых и ожидаемых уровней помех, создаваемых электроприемниками потребителей Тестирование/Способы и средства обеспечения качества электроэнергии
выбирать настройки средств регулирования напряжения	ИД-6пк-1	+						Контрольная работа/Выбор положения ПБВ трансформаторов 10/0,4 кВ и определение



							<p>допустимых значений напряжения на шинах центров питания</p> <p>Контрольная работа/Определение параметров технических средств обеспечения качества электроэнергии</p>
<p>определять параметры технических средств обеспечения качества электроэнергии используя показатели качества электроэнергии</p>	ИД-бПК-1				+		<p>Контрольная работа/Определение параметров технических средств обеспечения качества электроэнергии</p> <p>Тестирование/Показатели качества электроэнергии</p> <p>Тестирование/Способы и средства обеспечения качества электроэнергии</p>

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Выбор положения ПБВ трансформаторов 10/0,4 кВ и определение допустимых значений напряжения на шинах центров питания (Контрольная работа)
2. Определение параметров технических средств обеспечения качества электроэнергии (Контрольная работа)
3. Оценка допустимых и ожидаемых уровней помех, создаваемых электроприемниками потребителей (Контрольная работа)
4. Показатели качества электроэнергии (Тестирование)
5. Способы и средства обеспечения качества электроэнергии (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Требования по допустимому уровню помех, создаваемых электроустановками потребителей (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 1 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. 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. 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. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
4. 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-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 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-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-2/19, Учебная лаборатория "Вычислительный центр"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, телевизор
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	НТБ-214, Кладовая "НТБ"	



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Управление качеством электроэнергии

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 Показатели качества электроэнергии (Тестирование)
- КМ-2 Способы и средства обеспечения качества электроэнергии (Тестирование)
- КМ-3 Оценка допустимых и ожидаемых уровней помех, создаваемых электроприемниками потребителей (Контрольная работа)
- КМ-4 Определение параметров технических средств обеспечения качества электроэнергии (Контрольная работа)
- КМ-5 Выбор положения ПБВ трансформаторов 10/0,4 кВ и определение допустимых значений напряжения на шинах центров питания (Контрольная работа)
- КМ-6 Требования по допустимому уровню помех, создаваемых электроустановками потребителей (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	6	8	12	14	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		+	+	+			
6	Регулирование взаимоотношений между субъектами электроэнергетического рынка в части обеспечения качества электроэнергии							
6.1	Регулирование взаимоотношений между субъектами электроэнергетического рынка в		+					+

	части обеспечения качества электроэнергии						
	Вес КМ, %:	5	5	20	20	20	30