

**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: Управление проектами систем электроснабжения

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В**  
**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.02.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 8 часов;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 4 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	3 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 128,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	3 семестр - 1,2 часа;
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Янченко С.А.
	Идентификатор	R50a3970c-YanchenkoSA-d27968f

С.А. Янченко

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ефимов А.Р.
	Идентификатор	R8d6c981c-EfimovAR-8e800d9c

А.Р. Ефимов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование систематизированных знаний о современных методах анализа и управления качеством электроэнергии, приобретение студентами навыков определения показателей качества электроэнергии в системах электроэнергетики, а также выбора технических средств и схемных решений для его улучшения

### Задачи дисциплины

- Получение знаний в области стандартизации качества электроэнергии;
- Изучение влияния низкого качества электроэнергии на электроустановки и системы электроэнергетики, видов и средств контроля и управления качеством электроэнергии, основных методов и способов достижения нормируемых показателей качества электроэнергии;
- изучение методики определения показателей энергоэффективности в сопоставимых условиях;
- Овладение методами расчета показателей качества электроэнергии в различных точках электроэнергетической системы и выбора средств и способов его нормализации;
- освоение технологий управления энергосбережением.

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 осуществлять формирование технического задания и проводить контроль разработки проекта системы электроснабжения объектов	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Осуществляет формирование технического задания и контроль разработки проекта системы электроснабжения объектов	знать: - принципы и способы управления КЭ, в том числе и вопросы оптимизации КЭ; - методы расчета ПКЭ; - влияние качества электроэнергии (КЭ) на электроприемники и системы электроснабжения, технологические процессы, объекты систем электроэнергетики; - основные законодательно-нормативные документы РФ, по энергосбережению.  уметь: - определять ущербы от пониженного качества электроэнергии; - определять источники искажения КЭ и пользоваться ГОСТом; - рассчитывать основные показатели качества электроэнергии в электрических схемах различной сложности; - выбирать точки, виды и периодичность контроля качества электроэнергии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление проектами систем электроснабжения (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 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	Основные понятия и определения	27.15	3	1.5	-	0.7 5	-	0.6	-	0.30	-	24	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия и определения"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные понятия и определения"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п.1 [3], стр. 25-37</p>
1.1	История развития требований к качеству электроэнергии	9.00		0.5	-	0.2 5	-	0.2	-	0.05	-	8	-	
1.2	Основные понятия и определения	9.10		0.5	-	0.2 5	-	0.2	-	0.15	-	8	-	
1.3	Показатели качества электроэнергии	9.05		0.5	-	0.2 5	-	0.2	-	0.1	-	8	-	
2	Нормирование и контроль качества электроэнергии	29.45		2.5	-	1.2 5	-	0.6	-	0.30	-	24.8	-	
2.1	Влияние качества электроэнергии на электроприемники и технологические установки	9.00	0.5	-	0.2 5	-	0.2	-	0.05	-	8	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Нормирование и контроль качества электроэнергии"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Нормирование и контроль качества электроэнергии"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п.2 [2], стр. 210-261 [3], стр. 187-201</p>	
2.2	Нормативно-правовое обеспечение проблемы качества электроэнергии	9.85	1	-	0.5	-	0.2	-	0.15	-	8	-		
2.3	Контроль качества электроэнергии	10.6	1	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	8.8	-		
3	Методы расчета показателей качества электроэнергии	27.70	2	-	1.0	-	0.4	-	0.30	-	24	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу</p>	

3.1	Определение отклонений и колебаний напряжения	11.85	1	-	0.5	-	0.2	-	0.15	-	10	-	"Методы расчета показателей качества электроэнергии" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Методы расчета показателей качества электроэнергии"
3.2	Расчет несинусоидальности и несимметрии напряжения	15.85	1	-	0.5	-	0.2	-	0.15	-	14	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п.3 [2], стр. 170-191 [3], стр. 155-167
4	Энергосбережение	23.70	2	-	1.0	-	0.4	-	0.30	-	20	-	<b><u>Самостоятельное изучение</u></b>
4.1	Нормативно-правовая база энергосбережения в России	11.85	1	-	0.5	-	0.2	-	0.15	-	10	-	<b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Энергосбережение" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Энергосбережение"
4.2	Способы снижения потерь энергии при передаче электроэнергии	11.85	1	-	0.5	-	0.2	-	0.15	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п.4 [2], стр. 275-304 [3], стр. 235-258
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	35.7	
	Всего за семестр	144.00	8.0	-	4.0 0	-	2.0	-	1.20	0.3	92.8	35.7	
	Итого за семестр	144.00	8.0	-	4.0 0	2.0		1.20	0.3		128.5		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КНР – 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. Основные понятия и определения

1.1. История развития требований к качеству электроэнергии  
Электрическая дуга, Гальваническая батарея В.В. Петрова, Увеличения номинальных напряжений, Сооружение системы переменного тока.

1.2. Основные понятия и определения

Первая энергосистема, Создание электроэнергетических систем, Термины и определения.

1.3. Показатели качества электроэнергии

Характеристика электромагнитной среды, Пример расположения источников кондуктивных помех в ЭЭС и средств обеспечения КЭ, Основные показатели качества электроэнергии.

### 2. Нормирование и контроль качества электроэнергии

2.1. Влияние качества электроэнергии на электроприемники и технологические установки

Понятие КЭ. Актуальность проблемы КЭ. Характеристика КЭ на предприятиях и объектах, приравненных к ним. Влияние отклонений напряжения на работу асинхронных и синхронных двигателей, полупроводниковых преобразователей, электротермических установок, осветительных электроприемников. Влияние колебаний напряжения на здоровье человека, элементы систем электроэнергетики, потребителей электроэнергии, технологические установки. Влияние несимметрии напряжения на электрические машины, электрические сети, системы автоматики, релейной защиты, телемеханики, работу электротермических установок. Влияние несинусоидальности напряжения на электрооборудование, системы автоматики, релейной защиты, телемеханики, элементы систем электроэнергетики. Сущность электромагнитных помех и их влияние на объекты системы электроэнергетики, электронную и микропроцессорную технику, работу персональных компьютеров. Оценка ущерба от некачественной электроэнергии.

2.2. Нормативно-правовое обеспечение проблемы качества электроэнергии

Стандартизация в области качества электроэнергии. Международные, межгосударственные стандарты по качеству электроэнергии. Принципы нормирования КЭ. Номенклатура ПКЭ. Основные и дополнительные ПКЭ, их определение. Требования к ПКЭ, нормативные значения основных ПКЭ. Правовая основа взаимоотношений потребителей и энергоснабжающих организаций в области качества электроэнергии.

2.3. Контроль качества электроэнергии

Основные определения в области контроля качества электроэнергии. Принципы контроля, анализа и управления КЭ. Виды и периодичность контроля. Выбор пунктов контроля КЭ и контролируемых ПКЭ. Средства и системы контроля КЭ. Погрешности измерений ПКЭ. Представление и анализ результатов контроля КЭ. Определение неустоек за искажение качества электроэнергии.

### 3. Методы расчета показателей качества электроэнергии

3.1. Определение отклонений и колебаний напряжения

Определение возможного диапазона отклонений напряжения у потребителей. Определение предельно допустимых отклонений на шинах центра питания. Расчет

отклонений напряжения в расчетной точке сети. Методы расчета колебаний напряжения. Определение колебаний напряжения при работе ДСП. Расчет колебаний напряжения при работе сварочных установок, прокатных станков.

### 3.2. Расчет несинусоидальности и несимметрии напряжения

Определение ПКЭ, характеризующих несинусоидальность напряжений. Расчет значений токов высших гармоник, обусловленных различными источниками искажения. Составление схем замещения сети и их преобразования. Определение напряжений высших гармоник. Расчет высших гармоник в компенсирующих устройствах. Проверка возможности возникновения резонанса в сети на частотах высших гармоник. Расчет коэффициентов несимметрии напряжений по обратной последовательности. Оценка допустимости подключения специфичной нагрузки к сети энергоснабжающей организации.

## 4. Энергосбережение

### 4.1. Нормативно-правовая база энергосбережения в России

Основные направления политики энергосбережения в России. Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации". Государственная программа энергосбережения.

### 4.2. Способы снижения потерь энергии при передаче электроэнергии

Оптимальное распределение мощностей между электростанциями в электроэнергетической системе. Способы и средства регулирования потоков мощности в электроэнергетической системе. Компенсация реактивной мощности, обеспечение качества электроэнергии, снижение потерь электроэнергии.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Снижение колебаний напряжения в электрических сетях;
2. Выбор параметров технических средств по снижению несимметрии напряжения в электрических сетях;
3. Эксплуатационный контроль ПКЭ. Определение соответствия показателям качества электроэнергии требованиям ГОСТ 13109-97;
4. Расчет отклонений напряжений в распределительных сетях предприятий и энергосистем. Расчет колебаний напряжения;
5. Расчет несинусоидальных и несимметричных режимов;
6. Выбор параметров технических средств по снижению несинусоидальности напряжения в электрических сетях;
7. Нормирование энергопотребления..

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные понятия и определения"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нормирование и контроль качества электроэнергии"

3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы расчета показателей качества электроэнергии"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Энергосбережение"

### **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	
<b>Знать:</b>						
основные законодательно-нормативные документы РФ, по энергосбережению	ИД-1ПК-1		+		+	Контрольная работа/Основы энергосбережение
влияние качества электроэнергии (КЭ) на электроприемники и системы электроснабжения, технологические процессы, объекты систем электроэнергетики	ИД-1ПК-1				+	Контрольная работа/Основы энергосбережение
методы расчета ПКЭ	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Понятия и определения
принципы и способы управления КЭ, в том числе и вопросы оптимизации КЭ	ИД-1ПК-1		+			Контрольная работа/Нормирование и контроль качества электроэнергии
<b>Уметь:</b>						
выбирать точки, виды и периодичность контроля качества электроэнергии	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Расчета показателей качества электроэнергии
рассчитывать основные показатели качества электроэнергии в электрических схемах различной сложности	ИД-1ПК-1			+		Контрольная работа/Расчета показателей качества электроэнергии
определять источники искажения КЭ и пользоваться ГОСТом	ИД-1ПК-1			+		Контрольная работа/Расчета показателей качества электроэнергии
определять ущербы от пониженного качества электроэнергии	ИД-1ПК-1			+		Контрольная работа/Расчета 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. Нормирование и контроль качества электроэнергии (Контрольная работа)
2. Основы энергосбережения (Контрольная работа)
3. Понятия и определения (Контрольная работа)
4. Расчет показателей качества электроэнергии (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №3)*

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 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. Жежеленко, И. В. Показатели качества электроэнергии на промышленных предприятиях / И. В. Жежеленко. – М. : Энергия, 1977. – 128 с.;
2. Розанов Ю.К., Бурман А.П., Шакарян Ю.Г. - "Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (384 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72311](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72311);
3. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов, и др. ; Ред. Ю. В. Шаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – 354 с. - ISBN 978-5-383-00280-3 ..

### **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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования



**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Качество электроэнергии и энергосбережение в электроэнергетике**

(название дисциплины)

**3 семестр**

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

- КМ-1 Понятия и определения (Контрольная работа)
- КМ-2 Нормирование и контроль качества электроэнергии (Контрольная работа)
- КМ-3 Расчета показателей качества электроэнергии (Контрольная работа)
- КМ-4 Основы энергосбережение (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	2	4	9	12
1	Основные понятия и определения					
1.1	История развития требований к качеству электроэнергии		+			
1.2	Основные понятия и определения		+			
1.3	Показатели качества электроэнергии		+		+	
2	Нормирование и контроль качества электроэнергии					
2.1	Влияние качества электроэнергии на электроприемники и технологические установки			+		
2.2	Нормативно-правовое обеспечение проблемы качества электроэнергии			+		+
2.3	Контроль качества электроэнергии			+		
3	Методы расчета показателей качества электроэнергии					
3.1	Определение отклонений и колебаний напряжения				+	
3.2	Расчет несинусоидальности и несимметрии напряжения				+	
4	Энергосбережение					
4.1	Нормативно-правовая база энергосбережения в России					+
4.2	Способы снижения потерь энергии при передаче электроэнергии					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25