

**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**

|  |  |
|--|--|
| <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.11  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | 3 семестр - 2;   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | 72 часа  |
| <b>Лекции</b>                            | 3 семестр - 32 часа;                                     |
| <b>Практические занятия</b>              | 3 семестр - 16 часов;                                    |
| <b>Лабораторные работы</b>               | не предусмотрено учебным планом                          |
| <b>Консультации</b>                      | проводится в рамках часов аудиторных занятий             |
| <b>Самостоятельная работа</b>            | 3 семестр - 23,7 часа;                                   |
| <b>в том числе на КП/КР</b>              | не предусмотрено учебным планом                          |
| <b>Иная контактная работа</b>            | проводится в рамках часов аудиторных занятий             |
| <b>включая:</b>                          |  |
| <b>Контрольная работа</b>                |  |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>         |  |
| <b>Зачет с оценкой</b>                   | 3 семестр - 0,3 часа;                                    |

**Москва 2023**

**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 <sub>ПК-1</sub> Умеет критически анализировать характеристики режимов современных электроэнергетических систем и сетей и возможности методов и средств их исследования | знать:<br>- характеристики качества электрической энергии и причины возникновения кондуктивных помех.<br><br>уметь:<br>- определять параметры технических средств обеспечения качества электроэнергии используя показатели качества электроэнергии. |
| ПК-2 Способен участвовать в реализации технологических процессов объектов профессиональной деятельности | ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями  | знать:<br>- технические средства обеспечения качества электрической энергии.<br><br>уметь:<br>- 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                                     | 7                     | 3       | 6  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 1                 | -                                 | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электромагнитная совместимость"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 23-28<br>[2], 23-28 |   |
| 1.1   | Электромагнитная совместимость                                     | 7                     |         | 6  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 1                                 |   | -   |
| 2     | Показатели качества электроэнергии                                 | 13                    |         | 8  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 1                                 | -   | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Показатели качества электроэнергии"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 50-87                       |
| 2.1   | Показатели качества электроэнергии                                 | 13                    |         | 8  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 1                                 | -   |   |
| 3     | Средства измерения показателей качества электроэнергии             | 11                    |         | 6  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 1                                 | -   | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Средства измерения показателей качества электроэнергии"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 103-142 |
| 3.1   | Средства измерения показателей качества электроэнергии             | 11                    |         | 6  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 1                                 | -   |   |
| 4     | Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии | 11                    |         | 6  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 1                                 | -   | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> 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 |             |           |          |           |          |          |          |          |            |          |             | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 219-282   |
| 5   | Контроль и анализ качества электроэнергии                | 12          | 6         | -        | 4         | -        | -        | -        | -        | -          | 2        | -           | <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                | 12          | 6         | -        | 4         | -        | -        | -        | -        | -          | 2        | -           | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 156-177   |
|     | Зачет с оценкой  | 18.0        | -         | -        | -         | -        | -        | -        | -        | 0.3        | -        | 17.7        |  |
|     | <b>Всего за семестр</b>                                  | <b>72.0</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.3</b> | <b>6</b> | <b>17.7</b> |  |
|     | <b>Итого за семестр</b>                                  | <b>72.0</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.3</b> | <b>6</b> | <b>23.7</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. 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. Оценка допустимых границ установившегося отклонения напряжения в различных точках электрической сети, настройка устройств регулирования напряжения;
2. Определение параметров фильтро-компенсирующих устройств;
3. Оценка размахов напряжений вызванных резкопеременной нагрузкой;
4. Выбор точек контроля качества электроэнергии в электрических сетях, присоединение к точке контроля, настройка средств измерения;
5. Обработка результатов контроля качества электрической энергии.

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



|  |  |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  |  |  |  | <p>Контрольная работа/Регулирование напряжения<br/>в электрических сетях</p> <p>Контрольная работа/Средства измерений<br/>показателей 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**

**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. 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. Майнд Видеоконференции.

### **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. 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   |