

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Качество электрической энергии**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Форма обучения: Очно-заочная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 3221  
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим  
Валерьевич  
Дата: 01.06.2022

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

**ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** - Подготовка специалиста по вопросам оценки и обеспечения качества электрической энергии в системе тягового электроснабжения и на предприятиях ж.д. транспорта.

Задачами изучения дисциплины являются:

- Изучить показатели качества электрической энергии, делать их оценку и нормирование;
- Оценивать влияние качества электроэнергии на работу электроприемников;
- Знать средства измерений показателей качества электроэнергии и способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-3** - Способен осуществлять организационно-техническое, административно-правовое и финансово-экономическое регулирование процессов передачи электроэнергии потребителям с соблюдением критериев надежности электроснабжения, параметров качества электроэнергии и её эффективного использования и экономного расходования.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Знать:**

нормирование показателей качества электроэнергии

**Уметь:**

рассчитывать основные показатели качества электроэнергии в электрических схемах различной сложности

**Владеть:**

методами и средствами анализа, контроля и коррекции качества электроэнергии

## 3. Объем дисциплины (модуля).

### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144

академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий                                       | Количество часов |          |
|---|------------------|----------|
|   | Всего            | Сем. №10 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 56               | 56       |
| В том числе:  |                  |          |
| Занятия лекционного типа                                  | 32               | 32       |
| Занятия семинарского типа                                 | 24               | 24       |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 88 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание  |
|-------|---|
| 1     | Электрическая энергия, её составляющие<br>Введение в курс "Качество электрической энергии". Показатели качества энергии (ПКЭ). ГОСТ 13109-97, его экономическое значение. |
| 2     | Системы электроснабжения и их влияние на ПКЭ<br>ПКЭ в системе тягового электроснабжения постоянного и переменного тока. ПКЭ в промышленных системах электроснабжения.     |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание  |
|-------|---|
| 3     | Показатели качества электроэнергии и их характеристика<br>Отклонения частоты. Медленные изменения (отклонения) напряжения. Колебания напряжения.<br>Суммарный коэффициент и коэффициент n-й гармонической составляющей. Коэффициенты несимметрии токов и напряжений обратной и нулевой последовательности. Провалы и прерывания напряжения. Перенапряжения. Импульсные напряжения             |
| 4     | Нормы и оценка качества электрической энергии.<br>Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Способы расчета и методики определения показателей качества электрической энергии и вспомогательных параметров.  |
| 5     | Понятие реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности в промышленных сетях.<br>Поперечная и продольная компенсация реактивной мощности в тяговых сетях переменного тока  |
| 6     | Средства повышения КЭ в тяговых сетях<br>Симметрирование токов и напряжений в тяговых сетях постоянного тока . Устройства фильтрации высших гармоник в тяговых сетях . Коммутация устройств фильтрации и компенсации реактивной мощности, применение средств для ограничения перенапряжений при этих процессах (Лекцию читает старший научный сотрудник кафедры "Электропоезда и локомотивы") |
| 7     | Контроль качества электроэнергии<br>Средства изменения качества электрической энергии. Методика контроля качества электрической энергии и штрафные санкции за нарушение качества электрической энергии  |

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание   |
|-------|--|
| 1     | Системы учета, контроля и управления потреблением электрической энергии.<br>Коммерческий и технический учет электроэнергии<br>Перечень отрабатываемых вопросов<br>1. Общие требования предъявляемые к измерительным системам;<br>2. Беспроводные сети передачи данных<br>3. Сети стандарта GSM/GPRS;<br>4. Определение расхода электроэнергии, мощности нагрузки, коэффициента мощности по показаниям счетчиков<br>5. Технический учет. Требования к расчетным счетчикам.<br>6. Классы точности счетчиков технического учета активной мощности |
| 2     | Разработка «активного» электротехнического сетевого оборудования для локальной электрической сети<br>1. Состав оборудования источника ВИЭ;<br>2. Состав оборудования накопителей электрической энергии ;<br>3. Блок преобразования и управления режимами работы источника электроэнергии и накопителя энергии;<br>4. Система интеллектуального управления и контроля параметров электрической сети   |
| 3     | Выбор параметров технических средств по снижению несимметрии в электрических сетях<br>1. Причины искажения питающих напряжений<br>2. Влияние на не симметрию напряжения при наличии аномальных режимах работы электроприемников  |
| 4     | Выбор параметров технических средств по снижению несинусоидальности в  |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание  |
|-------|---|
|       | электрических сетях<br>1. Типовой расчет выбора силового резонансного фильтра<br>2. Схема замещения для расчета несинусоидальных режимов<br>3. Условия возникновения резонанса в сети<br>4. Порядок расчета несинусоидальных режимов<br>5. Фильтросимметрирующие и фильтрокомпенсирующие устройства   |
| 5     | Разработка структуры контроля и управления качеством электрической энергии систем электроснабжения предприятий<br>1. Структура функционально связанных электротехнических устройств.<br>2. Анализ эффективности использования, распределения и снижения потерь электрической энергии<br>3. Способы повышения качества электрической энергии в электрических сетях |
| 6     | Расчет отклонений и колебаний напряжений в распределительных сетях предприятий и энергосистем<br>1. Технические средства регулирования напряжения и их характеристики<br>2. Анализ режима напряжений в распределительных сетях<br>3. Условия обеспечения требуемого режима напряжения<br>4. Компенсирующие устройства   |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы  |
|-------|---|
| 1     | подготовка к практическим занятиям, текущему контролю, промежуточной аттестации |
| 2     | работа с лекционным материалом и литературой                                    |
| 3     | Выполнение курсовой работы.   |
| 4     | Подготовка к промежуточной аттестации.  |
| 5     | Подготовка к текущему контролю.   |

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

В ходе выполнения курсовой работы необходимо выполнить схемотехнические решения по повышению качества электрической энергии за счет снижения несимметрии на тяговых подстанциях переменного тока СТЭ 25 кВ с помощью трансформаторных

приставок – двухфазных симметрирующих трансформаторов (ДСТ). Также необходимо построить векторные диаграммы группы понижающий трансформатор – ДСТ, составить схему подключения трехфазного трансформатора и ДСТ к ОРУ - 27,5 кВ, рассчитать и построить зависимость коэффициента несимметрии тока по обратной последовательности от соотношения токов нагрузки левого и правого плеча питания. В завершении необходимо составить схему подключения (фазировки) перевода в симметрирующий режим трех тяговых подстанций заданного типа.

Соответствующие исходные данные выбираются по предпоследней цифре шифра и приведены в Приложении 1.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № п/п | Библиографическое описание  | Место доступа   |
|-------|---|---|
| 1     | Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения - 119 с. ISBN 5-7046-0625-3 4.1.1. И.И. Карташев Учебное пособие М., МЭИ, 119 с. , 2000 | Учебная библиотека №3 (ауд. 4519  |
| 2     | Повышение качества эл.энергии на тяговых подстанциях переменного тока. - 224 с. Р.Р. Мамошин Учебное пособие М., Транспорт, 229 с , 1973  | Учебная библиотека №3 (ауд. 4519  |
| 3     | Показатели и контроль качества электрической энергии М. Н. Третьякова, С. В. Шлыков ТГУ , 2020  | <a href="https://e.lanbook.com/book/159642">https://e.lanbook.com/book/159642</a> |
| 1     | ГОСТ-13109-97. Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения. - Справочное пособие Минск, 31 с , 1998   | НТБ РУТ(МИИТ)<br>( <a href="http://library.miit.ru">http://library.miit.ru</a> ), |
| 2     | Электроснабжение электрических железных дорог. ч.1: Учебное пособие. . - 153 с. Чернов Ю.А. Учебное пособие М: МИИТ, 2005, 154с. , 2005   | Учебная библиотека №3 (ауд. 4519  |
| 3     | Электроснабжение электрических железных дорог. ч.2: Учебное пособие. - 165 с Чернов Ю.А. Учебное пособие М: МИИТ, 2009, 166с. , 2009  | Учебная библиотека №3 (ауд. 4519  |
| 4     | Электроснабжение электрических железных дорог. ч.3: Учебное пособие. -170 с. Чернов Ю.А. Учебное пособие М: МИИТ, 2012, 170с. , 2012  | Учебная библиотека №3 (ауд. 4519  |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)) 2 Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

3 Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Windows, Microsoft Office, Microsoft Security Essentials,  
Embarcadero RAD Studio XE2 Professional Concurrent AppWave

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Меловая (маркерная) доска или проектор  
Персональные компьютеры

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 10 семестре.

Экзамен в 10 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

заведующий кафедрой, доцент, д.н.  
кафедры «Электроэнергетика  
транспорта»

М.В. Шевлюгин

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

М.В. Шевлюгин

С.В. Володин