

**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 специалитета  
по специальности  
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Качество электроэнергии**

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: Очная

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: 01.06.2024

## 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-2** - 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	Семестр №9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

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 80 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 Введение в курс "Качество электрической энергии". Показатели качества энергии (ПКЭ). ГОСТ 13109-97, его экономическое значение.
2	Системы электроснабжения и их влияние на ПКЭ ПКЭ в системе тягового электроснабжения постоянного и переменного тока. ПКЭ в промышленных системах электроснабжения.
3	Показатели качества электроэнергии и их характеристика Отклонения частоты. Медленные изменения (отклонения) напряжения. Колебания напряжения. Суммарный коэффициент и коэффициент n-й гармонической составляющей. Коэффициенты несимметрии токов и напряжений обратной и нулевой последовательности. Провалы и прерывания напряжения. Перенапряжения. Импульсные напряжения

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
4	Нормы и оценка качества электрической энергии. 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. Поперечная и продольная компенсация реактивной мощности в тяговых сетях переменного тока
6	Средства повышения КЭ в тяговых сетях 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 Средства изменения качества электрической энергии. Методика контроля качества электрической энергии и штрафные санкции за нарушение качества электрической энергии
8	Энергетические обследования предприятий и организаций. Энергоаудит. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях и предприятиях электроэнергетики.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	2.Схема замещения для расчета несинусоидальных режимов 3.Условия возникновения резонанса в сети 4.Порядок расчета несинусоидальных режимов 5.Фильтросимметрирующие и фильтрокомпенсирующие устройства
5	Разработка структуры контроля и управления качеством электрической энергии систем электроснабжения предприятий 1.Структура функционально связанных электротехнических устройств. 2. Анализ эффективности использования, распределения и снижения потерь электрической энергии 3.Способы повышения качества электрической энергии в электрических сетях
6	Расчет отклонений и колебаний напряжений в распределительных сетях предприятий и энергосистем 1.Технические средства регулирования напряжения и их характеристики 2.Анализ режима напряжений в распределительных сетях 3.Условия обеспечения требуемого режима напряжения 4.Компенсирующие устройства
7	Компенсация реактивной энергии Выбор мощности компенсирующих устройств в системе электроснабжения. Определение параметров компенсирующих устройств.
8	Средства определения показателей качества электроэнергии. Методы расчетов показателей качества электроэнергии. Выбор методов и средств повышения качества электроэнергии.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к практическим занятиям.
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	Савина, Н. В. Качество электроэнергии : учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2014. — 182 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/156466">https://e.lanbook.com/book/156466</a> (дата обращения: 06.03.2024)
2	Кобозев, В. А. Качество электроэнергии и энергоэффективность систем электроснабжения потребителей : учебное пособие / В. А. Кобозев, И. В. Лыгин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 356 с. — ISBN 978-5-9729-0770-0	<a href="https://e.lanbook.com/book/282083">https://e.lanbook.com/book/282083</a> (дата обращения: 06.03.2024)
3	Савина, Н. В. Методы расчета и анализа потерь электроэнергии в электрических сетях : учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2014. — 150 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/156467">https://e.lanbook.com/book/156467</a> (дата обращения: 06.03.2024)
4	Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии : учебное пособие / Малахова Т.Ф. [и др.]. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2022. — 157 с. — ISBN 978-5-00137-303-2	<a href="https://e.lanbook.com/book/257600">https://e.lanbook.com/book/257600</a> (дата обращения: 06.03.2024)
5	Савина, Н. В. Методы расчета и анализа потерь электроэнергии в электрических сетях : учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2014. — 150 с	<a href="https://e.lanbook.com/book/156467">https://e.lanbook.com/book/156467</a> (дата обращения: 06.03.2024).
6	Бородин, М. В. Повышение эффективности функционирования систем электроснабжения посредством мониторинга качества электроэнергии : монография / М. В. Бородин, А. В. Виноградов. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 160 с. — ISBN 978-5-93382-230-1	<a href="https://e.lanbook.com/book/71421">https://e.lanbook.com/book/71421</a> (дата обращения: 06.03.2024)
7	Основы электротехники и электроснабжения предприятий лесного комплекса. Основы электроснабжения : учебник для вузов / Г. И. Кольниченко, Я. В. Тарлаков, А. В. Сиротов, М. С. Усачев ; под редакцией Г. И. Кольниченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 252 с. — ISBN	<a href="https://e.lanbook.com/book/193240">https://e.lanbook.com/book/193240</a> (дата обращения: 06.03.2024).

	978-5-8114-8466-9.	
8	Фролов, Ю. М. Основы электроснабжения : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1385-0	<a href="https://e.lanbook.com/book/211058">https://e.lanbook.com/book/211058</a> (дата обращения: 06.03.2024).

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

1. 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).

Маркерная доска или проектор, персональные компьютеры.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 9 семестре.

Курсовая работа в 9 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