

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

25 ноября 2019 г.



Кафедра «Электроэнергетика транспорта»

Автор Шевлюгин Максим Валерьевич, д.т.н., доцент

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Качество электрической энергии

Специальность:	23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов
Специализация:	Электроснабжение железных дорог
Квалификация выпускника:	Инженер путей сообщения
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2019

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 9 20 мая 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 10 15 мая 2019 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">М.В. Шевлюгин</p>
--	--

Москва 2019 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Подготовка специалиста по вопросам оценки и обеспечения качества электрической энергии в системе тягового электроснабжения и на предприятиях ж.д. транспорта.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Качество электрической энергии" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

2.1.1. Теоретические основы электротехники:

Знания: Знать историю, многообразие, взаимосвязь и достижения в различных областях науки

Умения: Уметь формулировать конкретные задачи, выделять основные закономерности, выбирать способы и методы решения поставленных задач

Навыки: Владеть базовым понятийным аппаратом

2.1.2. Электрические машины:

Знания: методы проектирования, обеспечивающие получение эффективных проектных разработок, отвечающих требованиям перспективного развития железнодорожного транспорта; методы проектирования, обеспечивающие получение эффективных проектных разработок, отвечающих требованиям перспективного развития железнодорожного транспорта

Умения: применять методы и средства технических измерений, технические регламенты и другие нормативные документы при оценке качества и сертификации продукции; разрабатывать нормативно-технические документы по модернизации систем обеспечения движения поездов; применять методы и средства технических измерений, технические регламенты и другие нормативные документы при оценке качества и сертификации продукции; разрабатывать нормативно-технические документы по модернизации систем обеспечения движения поездов

Навыки: методами выбора электрических аппаратов для типовых электрических схем систем управления; методами чтения электрических схем систем управления исполнительными машинами; -методами оценки и выбора рациональных технологических режимов оборудования, навыками эксплуатации, технического обслуживания и ремонта устройств обеспечения безопасности движения поездов; методами выбора электрических аппаратов для типовых электрических схем систем управления; методами чтения электрических схем систем управления исполнительными машинами; -методами оценки и выбора рациональных технологических режимов оборудования, навыками эксплуатации, технического обслуживания и ремонта устройств обеспечения безопасности движения поездов;

2.1.3. Электрические сети и энергосистемы:

Знания: Методы расчета распределительных сетей и питающих сетей напряжением до 220 кВ включительно.

Умения: Проектировать электрические сети, производя все необходимые расчеты

Навыки: Матричным методом расчета электрических сетей.

2.2. Наименование последующих дисциплин

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Автоматизация систем электроснабжения

Знания: знать технологию, правила и нормы эксплуатации технических средств, научные методы организации производства.

Умения: уметь организовывать эксплуатационную работу по обеспечению высокой эксплуатационной надёжности устройств электроснабжения

Навыки: техникой электрических измерений электронных схем, осциллографированием импульсных процессов .

2.2.2. Тяговые и трансформаторные подстанции

Знания: принципы построения схем главных электрических соединений тяговых подстанций и назначение каждого элемента в схеме; схемы соединений и конструктивное выполнение понизительных и преобразовательных трансформаторов тяговых подстанций; принципы работы устройств для повышения качества электроэнергии;

Умения: составить схему главных электрических соединений тяговой подстанции; разработать чертежи размещения оборудования на территории и в здании тяговой подстанции; использовать ЭВМ для расчетов токов к. з., переходных процессов при коммутации электрических цепей переменного и постоянного тока. Пользоваться Интернетом и компьютерными технологиями

Навыки: конструктивном выполнении распределительных устройств и типовых ячеек распределительных устройств всех напряжений постоянного и переменного тока; - организацией технического обслуживания и ремонта; - перспективой современной электроэнергетики, путями ее развития, энергетическими программами; - проблемами экологии, связанными с развитием электроэнергетики; - компьютерными технологиями обработки результатов испытаний; - элементами экономического анализа при сравнении вариантов технических решений.

2.2.3. Электроснабжение железных дорог

Знания: Методы расчета параметров системы электроснабжения

Умения: Определять показатели работы устройств системы тягового электроснабжения.

Навыки: Методологий расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПКС-1 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	ПКС-1.5 Готов осуществлять контроль качества электрической энергии с использованием современных средств измерения и методик расчета показателей, выбирая оптимальные способы повышения качества электроснабжения и обеспечения требуемых показателей качества электроэнергии.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

3 зачетные единицы (108 ак. ч.).

4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 9
Контактная работа	32	32,15
Аудиторные занятия (всего):	32	32
В том числе:		
лекции (Л)	16	16
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	16	16
Самостоятельная работа (всего)	76	76
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КР (1), ПК1, ПК2	КР (1), ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗаО	ЗаО

4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	9	Раздел 1 Электрическая энергия, её составляющие	8				38	46	
2	9	Тема 1.1 Введение в курс "Качество электрической энергии". Показатели качества энергии (ПКЭ). ГОСТ 13109-97, его экономическое значение.					18	18	
3	9	Раздел 2 Системы электроснабжения и их влияние на ПКЭ					5	5	
4	9	Раздел 3 Реактивная мощность и коэффициент мощности		4			26	30	
5	9	Тема 3.1 Понятие реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности в промышленных сетях.						0	ПК1
6	9	Раздел 4 Средства повышения КЭ в тяговых сетях	4	12			5	21	
7	9	Тема 4.2 Устройства фильтрации высших гармоник в тяговых сетях	2					2	ПК2
8	9	Тема 4.3 Коммутация устройств фильтрации и компенсации реактивной мощности, применение средств для	2					2	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		ограничения перенапряжений при этих процессах (Лекцию читает старший научный сотрудник кафедры "Электропоезда и локомотивы")							
9	9	Раздел 5 Контроль качества электроэнергии	4				2	6	
10	9	Тема 5.1 Средства изменения качества электрической энергии	2					2	
11	9	Тема 5.2 Методика контроля качества электрической энергии и штрафные санкции за нарушение качества электрической энергии	2					2	КР
12		Тема 2.1 ПКЭ в системе тягового электроснабжения постоянного и переменного тока. ПКЭ в промышленных системах электроснабжения.							
13		Тема 3.3 Поперечная и продольная компенсация реактивной мощности в тяговых сетях переменного тока							
14		Тема 4.1 Симметрирование токов и напряжений в тяговых сетях постоянного тока							
15		Всего:	16	16			76	108	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 16 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	9	РАЗДЕЛ 3 Реактивная мощность и коэффициент мощности	Расчет параметров нерегулируемого устройства продольной компенсации 27,5 кВ	2
2	9	РАЗДЕЛ 3 Реактивная мощность и коэффициент мощности	Выбор параметров УРППК-0,4 кВ по заданным нагрузкам депо	2
3	9	РАЗДЕЛ 4 Средства повышения КЭ в тяговых сетях	Схемы применения симметрирующих трансформаторов на действующих участках переменного тока	2
4	9	РАЗДЕЛ 4 Средства повышения КЭ в тяговых сетях	Оценка спектра высших гармоник в тяговых сетях постоянного тока	4
5	9	РАЗДЕЛ 4 Средства повышения КЭ в тяговых сетях	Расчет многозвенных фильтров в тяговой сети постоянного тока	4
6	9	РАЗДЕЛ 4 Средства повышения КЭ в тяговых сетях	Влияние несимметрии напряжений на потери энергии	2
ВСЕГО:				16 / 0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

В ходе выполнения курсовой работы необходимо выполнить схмотехнические 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. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, демонстрация компьютерных моделей и реальных работающих устройств) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционная деятельность, составляющая для уровня подготовки специалистов менее 50% аудиторной работы, сопровождается демонстрацией презентационных материалов.

В рамках курса предусмотрены встречи с представителями ОАО "РЖД" ЦТех со специалистами отдела "Энергосбережения и энергоэффективности", а также представителями дорог и "Трансэнерго".

На завершающем этапе изучения дисциплины проводится традиционная научно-техническая конференция студентов данного потока, по итогам которой лучшие выступления публикуются в сборнике студенческих работ «Неделя науки» и «Безопасность движения поездов».

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, содержанием дисциплины и составляет не менее 20% аудиторной работы.

Рабочая программа данной дисциплины выставляется на сайте университета для возможности организации самостоятельной работы, в т.ч. в форме удаленного доступа (дистанционная технология).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	9	РАЗДЕЛ 1 Электрическая энергия, её составляющие	Введение в курс "Качество электрической энергии". Показатели качества энергии (ПКЭ). ГОСТ 13109-97, его экономическое значение.	18
2	9	РАЗДЕЛ 1 Электрическая энергия, её составляющие	Введение в курс "Качество электрической энергии". Показатели качества энергии (ПКЭ). ГОСТ 13109-97, его экономическое значение.	18
3	9	РАЗДЕЛ 2 Системы электроснабжения и их влияние на ПКЭ	Составление конспекта на тему: "Принципы взаимодействия объектов в СТЭ и в СПЭ"	5
4	9	РАЗДЕЛ 3 Реактивная мощность и коэффициент мощности	Составление конспекта на тему: " Понятие реактивной мощности в промышленных сетях"	5
5	9	РАЗДЕЛ 3 Реактивная мощность и коэффициент мощности	Составление конспекта на тему: " Понятие реактивной мощности в промышленных сетях"	5
6	9	РАЗДЕЛ 4 Средства повышения КЭ в тяговых сетях	Составление конспекта на тему: "Система тягового электроснабжения 94 кВ"	5
7	9	РАЗДЕЛ 5 Контроль качества электроэнергии	Составление конспекта на тему: " Экономические штрафные санкции за нарушение норм на ПКЭ"	2
8	9		Электрическая энергия, её составляющие	20
9	9		Реактивная мощность и коэффициент мощности	21
ВСЕГО:				99

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения	4.1.1. И.И. Карташев	М., МЭИ, 119 с., 2000 Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)	Все разделы
2	Повышение качества эл.энергии на тяговых подстанциях переменного тока.	Р.Р. Мамошин	М., Транспорт, 229 с, 1973 Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
3	ГОСТ-13109-97. Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения.	-	Минск, 31 с, 1998	Все разделы
4	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.1: Учебное пособие.	Чернов Ю.А.	М: МИИТ, 2005, 154с., 2005 Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)	Все разделы
5	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.2: Учебное пособие.	Чернов Ю.А.	М: МИИТ, 2009, 166с., 2009 Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)	Все разделы
6	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.3: Учебное пособие.	Чернов Ю.А.	М: МИИТ, 2012, 170с., 2012 Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)	Все разделы

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. <http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы.
2. <http://rzd-expo.ru> - Информационный портал ОАО «РЖД»: новая техника, вопросы и ответы, видеоматериалы.
3. www.asi-rzd.ru - «Автоматика, связь, информатика» ежемесячный научно-теоретический и производственно технический журнал ОАО «Российские железные дороги».

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для лекционного курса необходимо проекционное мультимедийное оборудование с широкоформатным экраном. Установленное программное Microsoft Windows, Microsoft

Office.

Для выполнения лабораторного курса используются:

Компьютеры дисплейного класса кафедры «Электроэнергетика транспорта»
Intel Pentium E2160-1.80/2Gb/HDD 80Gb/Video on board+PCI/DVD-RW/LAN/300Wt – 28 шт.

Лицензионное программное обеспечение:

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

Для самостоятельной работы студентам, наряду с рекомендуемой и дополнительной литературой, предлагается использовать данные и информацию следующего характера (в том числе посредством поиска в сети Интернет):

- 1) справочно-информационного (словари, справочники, энциклопедии, библиографические сборники и т.д.);
- 2) официального (сборники нормативно-правовых документов, законодательных актов и кодексов);
- 3) первоисточники (исторические документы и тексты, литература на иностранных языках);
- 4) научного и научно-популярного (монографии, статьи, диссертации, научно-реферативные журналы, сборники научных трудов, ежегодники и т.д.);
- 5) периодические издания (профессиональные газеты и журналы); и т.д.

В качестве электронных поисковых систем и баз данных публикаций рекомендуется пользоваться следующими электронными ресурсами:

- Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>
- Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru>
- Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы <http://www.libfl.ru>
- Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук (ИНИОН РАН) <http://www.inion.ru>

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1. Меловая доска
2. Персональные компьютеры (Intel Pentium E2160-1.80/2Gb/HDD 80Gb/Video on board+PCI/DVD-RW/LAN/300Wt) с монитором, мышкой и клавиатурой – 14шт; сервер; матричный принтер (локальная сеть имеет беспроводную точку доступа типа Wi-Fi).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекционные занятия проводятся в традиционном режиме презентации. Опорный конспект включает основные определения, схемы, графические иллюстрации, примеры и другие важные материалы курса.

В ходе лекции преподаватель демонстрирует на экране страницы конспекта (слайды презентации), комментирует и поясняет их содержание. Студентам рекомендуется делать дополнительные пометки и записи непосредственно в опорном конспекте. При необходимости, можно вести записи в традиционной форме в отдельной тетради. Для подготовки и выполнения лабораторных работ рекомендуется использовать опубликованные и электронные методические указания. Защита лабораторных работ предполагает обязательную демонстрацию разработанных программ и предоставление

отчета.

Опорный конспект лекций, методические указания для лабораторных работ, а также другие материалы размещаются на сервере кафедры и доступны для скачивания.

При самостоятельной подготовке студенты могут воспользоваться материалами, доступными в сети Интернет на официальных сайтах разработчиков программного обеспечения, а также на специализированных сайтах, содержащих учебную и справочную информацию.