

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



В.С. Тимонин

26 марта 2022 г.

Кафедра «Электроэнергетика транспорта»

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Качество электрической энергии

Направление подготовки:	<u>13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника</u>
Профиль:	<u>Электроснабжение</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очно-заочная</u>
Год начала подготовки	<u>2019</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 25 июня 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 style="text-align: center;">Протокол № 12 24 июня 2019 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">М.В. Шевлюгин</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Рабочая программа учебной 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: 24.06.2019

Москва 2022 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. Информатика:

Знания: основы теории информации, программирования, работы в операционной системе Windows и офисных пакетах, алгоритмические языки высокого уровня

Умения: представлять числа в различных форматах данных, составлять алгоритмы вычислительных задач

Навыки: навыками программирования на языках высокого уровня

2.2. Наименование последующих дисциплин

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-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.	ПКС-2.6 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:

5 зачетных единиц (180 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 10
Контактная работа	64	64,15
Аудиторные занятия (всего):	64	64
В том числе:		
лекции (Л)	32	32
практические (ПЗ) и семинарские (С)	32	32
Самостоятельная работа (всего)	53	53
Экзамен (при наличии)	63	63
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	180	180
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	5.0	5.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КР (1), ПК1	КР (1), ПК1
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	ЭК

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/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10	Раздел 1 Электрическая энергия, её составляющие	8		8		8	24	
2	10	Тема 1.1 Введение в курс "Качество электрической энергии". Показатели качества энергии (ПКЭ). ГОСТ 13109-97, его экономическое значение.					8	8	
3	10	Раздел 2 Системы электроснабжения и их влияние на ПКЭ	2				25	27	
4	10	Тема 2.1 ПКЭ в системе тягового электроснабжения постоянного и переменного тока. ПКЭ в промышленных системах электроснабжения.	2					2	
5	10	Раздел 3 Реактивная мощность и коэффициент мощности	12		16		13	41	
6	10	Тема 3.1 Понятие реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности в промышленных сетях.						0	ПК1
7	10	Раздел 4 Средства повышения КЭ в тяговых сетях	6		8		5	19	
8	10	Тема 4.1 Симметрирование токов и напряжений в	2		8			10	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/П	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		тяговых сетях постоянного тока							
9	10	Тема 4.2 Устройства фильтрации высших гармоник в тяговых сетях	2					2	
10	10	Тема 4.3 Коммутация устройств фильтрации и компенсации реактивной мощности, применение средств для ограничения перенапряжений при этих процессах	2					2	КР
11	10	Раздел 5 Контроль качества электроэнергии	4				2	69	ЭК
12	10	Тема 5.1 Средства изменения качества электрической энергии	2					2	
13	10	Тема 5.2 Методика контроля качества электрической энергии и штрафные санкции за нарушение качества электрической энергии	2					2	
14		Тема 3.3 Поперечная и продольная компенсация реактивной мощности в тяговых сетях переменного тока							
15		Всего:	32		32		53	180	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 32 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	10	РАЗДЕЛ 3 Реактивная мощность и коэффициент мощности	Составление конспекта на тему: " Понятие реактивной мощности в промышленных сетях"	8
2	10	Расчет параметров нерегулируемого устройства поперечной компенсации 27,5 кВ	Расчет параметров нерегулируемого устройства поперечной компенсации 27,5 кВ	8
3	10	РАЗДЕЛ 4 Средства повышения КЭ в тяговых сетях	Симметрирование токов и напряжений в тяговых сетях постоянного тока	8
4	10		Электрическая энергия, её составляющие	8
ВСЕГО:				32/0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (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. 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	10	РАЗДЕЛ 1 Электрическая энергия, её составляющие	Введение в курс "Качество электрической энергии". Показатели качества энергии (ПКЭ). ГОСТ 13109-97, его экономическое значение.	8
2	10	РАЗДЕЛ 2 Системы электроснабжения и их влияние на ПКЭ	Составление конспекта на тему: "Принципы взаимодействия объектов в СТЭ и в СПЭ"	25
3	10	РАЗДЕЛ 3 Реактивная мощность и коэффициент мощности	Составление конспекта на тему: " Понятие реактивной мощности в промышленных сетях"	13
4	10	РАЗДЕЛ 4 Средства повышения КЭ в тяговых сетях	Составление конспекта на тему: "Система тягового электроснабжения 94 кВ"	5
5	10	РАЗДЕЛ 5 Контроль качества электроэнергии	Составление конспекта на тему: " Экономические штрафные санкции за нарушение норм на ПКЭ"	2
ВСЕГО:				53

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 http://library.miiit.ru	Все разделы
2	Повышение качества эл.энергии на тяговых подстанциях переменного тока.	Р.Р. Мамошин	М., Транспорт, 229 с, 1973 http://library.miiit.ru	Все разделы
3	ГОСТ-13109-97. Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения.	-	Минск, 31 с, 1998 http://library.miiit.ru	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
4	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.1: Учебное пособие.	Чернов Ю.А.	М: МИИТ, 2005, 154с., 2005 http://library.miiit.ru	Все разделы
5	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.2: Учебное пособие.	Чернов Ю.А.	М: МИИТ, 2009, 166с., 2009 http://library.miiit.ru	Все разделы
6	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.3: Учебное пособие.	Чернов Ю.А.	М: МИИТ, 2012, 170с., 2012 http://library.miiit.ru	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 обеспечение MS PowerPoint 2010, 2013 и выше, MatLab или Electronic WorkBench, или LabView, электронная указка. 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>

Для подготовки статей, докладов, эссе, рефератов и т.п. необходимо наличие MS Word 2010,2013 и выше.

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

Для проведения лекций с демонстрацией слайдов и видеороликов используется проекционное мультимедийное оборудование, а также компьютер с возможностью выхода в локальную сеть университета и в сеть Интернет.

Для практического курса необходимы лабораторные стенды производства УчТехПрофи или Галсен (стенды для изучения "Умного счетчика электроэнергии", а так же стендов "Электроснабжения тяговой сети переменного и постоянного тока", дисплейный класс с установленным ПО MatLab или Electronic WorkBench, или LabView, обеспечение доступа к информационным базам данных (Интернет-ресурсам, электронной библиотеке, научно-библиотечным фондам и т.д.), пакет MS Office 2010,2013 (Word, PowerPoint, Visio).

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.