

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор РОАТ

 В.И. Апатцев



17 марта 2020 г.

Кафедра «Электрификация и электроснабжение»
Авторы Бугреев Виктор Алексеевич, д.т.н., профессор
Новиков Евгений Владимирович, к.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: | заочная |
| Год начала подготовки | 2020 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 2 17 марта 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии</p> <p style="text-align: center;"> С.Н. Климов</p> | <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 8 10 марта 2020 г. Заведующий кафедрой</p> <p style="text-align: center;"> В.А. Бугреев</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: 167365
Подписал: Заведующий кафедрой Бугреев Виктор Алексеевич
Дата: 10.03.2020

Москва 2020 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Качество электрической энергии» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с СУОС по специальности «Системы обеспечения движения поездов» и приобретение ими:

- знаний нормативных правовых документов об электромагнитной совместимости, о требованиях к качеству электроэнергии, нормах качества и влиянии качества электроэнергии на работу электроприёмников, в том числе на ЭПС, методах и средствах контроля качества электроэнергии, способах и технических средствах повышения её качества;
- умений использовать нормативные документы по качеству, стандартизации, определять значения показателей качества электроэнергии в конкретной точке электросети, использовать различные методики оценки показателей, применять способы и технические средства нормализации показателей качества, проводить диагностику технических средств;
- навыков использования средств измерения показателей качества электроэнергии, оптимального выбора устройств нормализации качества электроэнергии.

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. Теория передачи сигналов:

Знания: методы временного, частотного и вероятностного описания электрических сигналов

Умения: работать с основными измерительными приборами

Навыки: навыками составления технического отчета.

2.1.2. Тяговые трансформаторные подстанции (дополнительные разделы):

Знания: специфику тяговой нагрузки

Умения: оценивать влияние тяговой нагрузки на ПКЭ

Навыки: принимать технически грамотные, обоснованные, оптимальные решение при эксплуатации тяговых трансформаторов для снижения влияния на ПКЭ

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-53 Способен, используя знания о способах выработки, передачи, распределении и преобразовании электрической энергии, закономерностях функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основах электрической тяги, оценить и выбрать рациональные технологические режимы работы устройств электроснабжения, эксплуатировать, проводить техническое обслуживание и ремонт устройств электроснабжения, организовать производство строительно-монтажных работ в системе электроснабжения железных дорог и метрополитенов, осуществить технико-экономический анализ деятельности хозяйства электроснабжения | ПКС-53.1 Организует проведение строительно-монтажных работ систем электроснабжения ПКС-53.2 Разрабатывает технологические процессы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта узлов и деталей устройств электроснабжения ПКС-53.3 Оценивает эффективность и качество систем электроснабжения |

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 6 |
| Контактная работа | 16 | 16,35 |
| Аудиторные занятия (всего): | 16 | 16 |
| В том числе: | | |
| лекции (Л) | 8 | 8 |
| практические (ПЗ) и семинарские (С) | 8 | 8 |
| Самостоятельная работа (всего) | 155 | 155 |
| Экзамен (при наличии) | 9 | 9 |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы: | 180 | 180 |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.: | 5.0 | 5.0 |
| Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля) | КП (1) | КП (1) |
| 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 | 6 | Раздел 1 Раздел 1. Введение. Основные понятия. Основные понятия и определения по электромагнитной совместимости и качеству электроэнергии. Условия баланса мощности и обеспечение качества электроэнергии. | 4 | | 4 | | | 104 | 121 | ЭК, Защита курсовой работы, зачет |
| 2 | 6 | Раздел 2 Раздел 2. Показатели и нормы качества. Показатели качества электроэнергии (ПКЭ), определяемые ГОСТ 32144-2013. Нормирование показателей качества. Нормируемые и ненормируемые ПКЭ. Нормально и предельно допустимые значения ПКЭ. | 2 | | | | | 10 | 12 | , Зачет |
| 3 | 6 | Раздел 3 Раздел 3. Влияние качества электроэнергии на работу электроприёмников. Влияние отклонений напряжения от номинальных характеризующих значений на функционирование и срок службы трансформаторов, электродвигателей, | | | | | | 10 | 10 | , Зачет |

| № 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 |
| | | осветительных приборов, средств связи и автоматики, аппаратуры информатизации. Влияние некоторых отклонений на работоспособность персонала. | | | | | | | |
| 4 | 6 | Раздел 4 Раздел 4. ПКЭ в тяговом электроснабжении. Показатели и нормы качества электроэнергии в разных системах тягового электроснабжения. Характеристики напряжений на токосъёмниках электроподвижного состава. Нормативные документы, определяющие параметры тягового напряжения. | 2 | | 4 | | 10 | 16 | , Защита курсовой работы, проверка правильности выполнения ПЗ |
| 5 | 6 | Раздел 5 Раздел 5. Контроль показателей качества электроэнергии. Задачи и методы контроля качества электроэнергии. Средства контроля характеристик качества. Требования к погрешности измерения показателей качества. Современные технические средства для измерения показателей качества электроэнергии. | | | | | 8 | 8 | , Зачет |
| 6 | 6 | Раздел 6 | | | | | 12 | 12 | , |

| № 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 |
| | | Раздел 6. Средства повышения качества электроэнергии. Способы повышения качества электроэнергии. Снижение отклонения, несимметрии и несинусоидальности напряжения. Технические средства повышения качества электроэнергии. | | | | | | | Проверка правильности выполнения ПЗ, зачет |
| 7 | 6 | Зачет | | | | | 1 | 1 | , Зачет |
| 8 | 6 | Тема 10 Курсовая работа | | | | | | 0 | КП |
| 9 | | Раздел 7 Защита курсовой работы | | | | | | | , Допуск к зачету |
| 10 | | Зачет | | | | | | | |
| 11 | | Всего: | 8 | | 8 | | 155 | 180 | |

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 8 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 | 6 | Раздел 4. ПКЭ в тяговом электроснабжении. | Расчёт несинусоидальности напряжения на шинах тяговой подстанции. | 4 |
| 2 | 6 | | Раздел 1. Введение. Основные понятия. Основные понятия и определения по электромагнитной совместимости и качеству электроэнергии. Условия баланса мощности и обеспечение качества электроэнергии. | 4 |
| ВСЕГО: | | | | 8/0 |

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовая работа по дисциплине «Качество электрической энергии» - это комплексная самостоятельная работа обучающегося, состоящая из четырех задач. В первом задании требуется охарактеризовать один из показателей качества электроэнергии и рассмотреть его влияние на работу электроприемников. Второе задание связано с вероятностной оценкой соответствия нормам коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности на вводах тяговой подстанции. В третьем задании требуется определить модуль входного сопротивления от токоприемника электро подвижного состава до шин бесконечно большой мощности. Четвертое задание связано с реализацией схемотехнических решений по снижению несимметрии на тяговых подстанциях переменного тока.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Основной формой аудиторных занятий являются классические лекции с применением мультимедийных технологий для демонстрации наглядного материала. Практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной ПЭВМ. Защита курсовой работы проводится во вопросам дисциплины.

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 | 6 | Раздел 1. Введение. Основные понятия. | самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы для выполнения курсовой работы и подготовки к зачету [1], 1-4 | 9 |
| 2 | 6 | Раздел 1. Введение. Основные понятия. | самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы для выполнения курсовой работы и подготовки к зачету [1], 1-4 | 9 |
| 3 | 6 | Раздел 2. Показатели и нормы качества. | подготовка к текущему и промежуточному контролю, [1], 5-10. | 10 |
| 4 | 6 | Раздел 3. Влияние качества электроэнергии на работу электроприёмников. | подготовка к зачету; [4], 10-15. | 10 |
| 5 | 6 | Раздел 4. ПКЭ в тяговом электроснабжении. | выполнение курсовой работы [3], п.6, п.9 | 10 |
| 6 | 6 | Раздел 5. Контроль показателей качества электроэнергии. | работа со справочной и специальной литературой для подготовки к зачету; [2], 25-37 | 8 |
| 7 | 6 | Раздел 6. Средства повышения качества электроэнергии. | выполнение курсовой работы [4], 25-32 | 12 |
| 8 | 6 | | Раздел 1. Введение. Основные понятия. Основные понятия и определения по электромагнитной совместимости и качеству электроэнергии. Условия баланса мощности и обеспечение качества электроэнергии. | 95 |
| 9 | 6 | | Зачет | 1 |
| ВСЕГО: | | | | 164 |

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 | Межгосударственный стандарт: "Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения". ГОСТ 32144-2013. | Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. | М.: Стандартиформ, 2014. - 16 с. Консультант плюс, Гарант., 2014 Консультант плюс, Гарант | Используется при изучении разделов, номера страниц 1-6. Стр.1-16. |
| 2 | Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике: учебник для вузов. | А.В. Дьяков, И.П. Кужекин, Б.К. Максимов, А.Г. Темников. | М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 455 с. ЭБС Айбукс., 2009 ЭБС Айбукс. | Используется при изучении разделов, номера страниц 1-3, 5, 6. Стр.1-455. |

7.2. Дополнительная литература

| № п/п | Наименование | Автор (ы) | Год и место издания Место доступа | Используется при изучении разделов, номера страниц |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 3 | Правила устройства системы тягового электроснабжения железных дорог Российской Федерации. ЦЭ-462. | МПС | М., 1997. Библиотека РОАТ, 1997 Библиотека РОАТ | Используется при изучении разделов, номера страниц 3-6. Стр.1-30. |
| 4 | Управление качеством электроэнергии | И. И. Карташев [и др.] ; под ред. Ю. В. Шарова. | М. : Издательский дом МЭИ, 2006. , 2006 Библиотека МЭИ | Используется при изучении разделов, номера страниц 5,6 Стр.1-120. |

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

1. Официальный сайт РОАТ – <http://www.rgotups.ru/>
2. Официальный сайт МИИТ – <http://miit.ru/>
3. Электронно-библиотечная система РОАТ – <http://www.biblioteka.rgotups.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ - <http://library.miit.ru/>
5. Электронные расписания занятий – <http://appnn.rgotups.ru:8080/scripts/B23.exe/R01>
6. Система дистанционного обучения «Космос» – <http://stellus.rgotups.ru/>
7. Электронные сервисы АСУ Университет (АСПК РОАТ) – <http://appnn.rgotups.ru:8080/>
8. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам
9. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – <http://e.lanbook.com/>
10. Электронно-библиотечная система ibooks.ru – <http://ibooks.ru/>

11. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» – <http://www.biblio-online.ru/>
12. Электронно-библиотечная система «Академия» – <http://academia-moscow.ru/>
13. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>
14. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <http://www.znanium.com/>
15. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем — <http://sdo.roat-rut.ru>

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

Все необходимые для изучения дисциплины учебно-методические материалы объединены в Учебно-методический комплекс и размещены на сайте университета:

<http://www.rgotups.ru/ru/>.

- Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office 2003 и выше.

- Программное обеспечение, необходимое для оформления отчетов и иной документации: Microsoft Office 2003 и выше.

Учебно-методические издания в электронном виде:

1. Каталог электронных пособий в системе дистанционного обучения «Космос» – <http://stellus.rgotups.ru/> - «Вход для зарегистрированных пользователей» - «Ввод логина и пароля доступа» - «Просмотр справочной литературы» - «Библиотека».
2. Каталог учебно-методических комплексов дисциплин – <http://www.rgotups.ru/ru/chairs/> - «Выбор кафедры» - «Выбор документа»

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

Учебная аудитория должна соответствовать требованиям пожарной безопасности и охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов.

Учебные лаборатории и кабинеты должны быть оснащены необходимым оборудованием, обеспечивающим проведение предусмотренных учебным планом практических занятий по дисциплине. Освещенность рабочих мест должна соответствовать действующим СНиПам.

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

Для успешного освоения дисциплины студенты должны прослушать курс лекций, под руководством преподавателя во время аудиторной работы самостоятельно выполнить практические задания ; во время внеаудиторной работы своевременно выполнить и защитить курсовую работу, сдать зачет.

Необходимым требованием для выполнения курсовой работы, подготовки к зачету является обязательная самостоятельная работа студента над учебным материалом во внеаудиторное время без участия преподавателя.

Во время самостоятельной работы без участия преподавателя студенту необходимо:

- используя рекомендованную литературу, более глубоко изучить некоторые разделы дисциплины ,
- выполнить и оформить курсовую работу".

Методические рекомендации по выполнению курсовой работы даны в учебно-методических материалах, размещенных в системе "Космос".