

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.04
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Управление качеством электроэнергии систем электроснабжения

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Режимы работы электрических источников питания, подстанций, сетей и систем

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 1 | Итого |
|--|------------|------------|
| Форма контроля | зачет | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 8 | 8 |
| Лабораторные | | |
| Практические | 16 | 16 |
| Руководство: курсовые работы (проекты) | | |
| Промежуточная аттестация | 0,25 | 0,25 |
| Контактная работа | 24,25 | 24,25 |
| Самостоятельная работа | 83,75 | 83,75 |
| Контроль | | |
| Итого | 108 | 108 |

Рабочую программу составил(и):
доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», доцент, к.т.н., Черненко А.Н.
(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2028 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «02» октября 2025 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать у обучающихся знания о показателях, характеризующих качество электрической энергии и их нормировании, влиянии качества электроэнергии на работу электроприёмников и основных способах и технических средствах обеспечения качества электроэнергии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: дисциплины Блока 1 части, формируемой участниками образовательных отношений направления подготовки бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»: «Теоретические основы электротехники», «Электроснабжение», «Электроснабжение потребителей и их режимы», «Показатели и контроль качества электрической энергии»

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Проектирование и оптимизация систем электроснабжения 2», «Современные технологии проектирования в электроэнергетике и электротехнике», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», выпускная квалификационная работа

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|---|--|
| ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы | ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи. | Знать: содержание основных нормативно-правовых документов в области качества электрической энергии; источники публикаций научных достижений отечественного и зарубежного опыта в области качества электрической энергии в периодических изданиях |
| | | Уметь: пользоваться методами исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ; осуществлять поиск, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; интерпретировать и представлять результаты научных исследований |
| | | Владеть: методами расчета показателей качества электрической энергии и режимов |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|--|---|
| | | внутризаводской системы электроснабжения на основе решения практических задач |

4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|---|
| Раздел 1. Показатели качества электроэнергии и их нормирование | Лек | Отклонения напряжения Колебания напряжения Несинусоидальность напряжения | 1 | 2 | - | - | - |
| | Пр | Отклонения напряжения Колебания напряжения | 1 | 2 | - | - | Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу. Тестирование. |
| | Пр | Несинусоидальность напряжения | 1 | 2 | - | - | Решение практических задач. Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу. Тестирование. |
| | Лек | Несимметрия напряжений Отклонения частоты Прерывание и провалы напряжения Временные и импульсные перенапряжения | 1 | 2 | - | - | - |
| | Пр | Несимметрия напряжений Отклонения частоты | 1 | 2 | - | - | Решение практических задач. |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|---|
| | | | | | | | Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу. Тестирование. |
| | Пр | Прерывание и провалы напряжения Временные и импульсные перенапряжения | 1 | 2 | - | - | Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу. Тестирование. |
| Раздел 2. Влияние качества электроэнергии на работу электроприёмников | Лек | Виды ущербов от ухудшения показателей качества электрической энергии Влияние качества электроэнергии на потери электроэнергии | 1 | 2 | | | - |
| | Пр | Воздействие несинусоидальности напряжений и токов на приборы учёта электрической энергии Влияние отклонения частоты на работу электроприемников Воздействие отклонений напряжения на функционирование электроприемников | 1 | 2 | | | Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу. Тестирование. |
| | Пр | Воздействие колебаний напряжения и фликера на работу электроприемников | 1 | 2 | | | Опрос на практических занятиях по |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|---|
| | | Воздействие несинусоидальности напряжения на работу электроприемников Влияние несимметрии напряжения Влияние провалов напряжения на функционирование электроприемников | | | | | теоретическому материалу. Тестирование. |
| Раздел 3. Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии | Лек | Регулирование напряжения трансформаторами Современные средства обеспечения качества электроэнергии | 1 | 2 | - | - | - |
| | Пр | Встречное регулирование напряжения Определение требуемых законов регулирования напряжения в распределительных сетях среднего и низкого напряжений | 1 | 2 | - | - | Решение практических задач. Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу. Тестирование. |
| | Пр | Использование конденсаторных батарей для регулирования напряжений в узлах сети Современные средства обеспечения качества электроэнергии | 1 | 2 | - | - | Решение практических задач. Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу. |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|---|---------|------------|-------|----------------|--|
| | | | | | | | Тестирование. |
| | Ср | Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям. | 1 | 83,75 | - | - | - |
| | ПА | Сдача зачета | 1 | 0,25 | - | - | Вопросы к зачету |
| Итого: | | | | 108 | - | | |

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умений и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Управление качеством электроэнергетики систем электроснабжения», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические занятия с устным опросом обучающихся и закреплением теоретического материала;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение практических задач, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов. На практических занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия.

В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|--|--|
| 1 | ОПК-2 (ОПК-2.1) | Решение практических задач. Устный опрос. Вопросы 1-14. Вопросы к зачету 1-50. Тест. Вопросы 1-100. |

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Практические задачи

Типовой пример задачи

Определить для схемы, изображенной на рис. требуемую ширину диапазона регулирования в центре питания и величину добавок напряжения на трансформаторных подстанциях (номер рабочего ответвления) для удержания отклонения напряжения у потребителей в пределах $\delta U = \pm 5\%$ во всех режимах. Исходные данные для расчетов приведены в таблице.

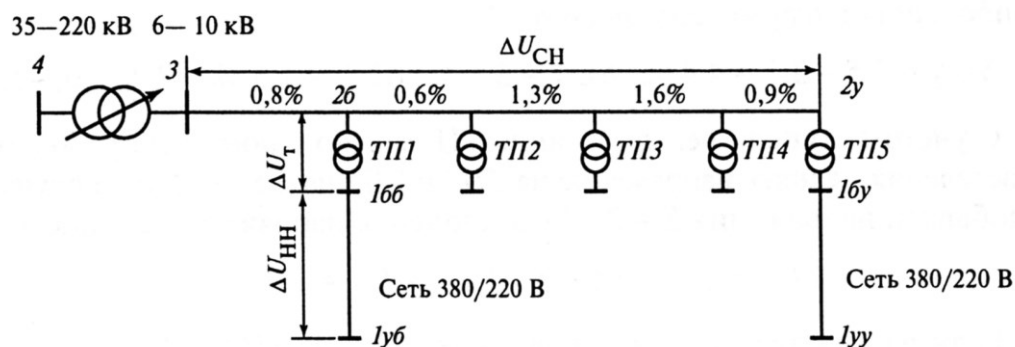


Рис. Схема распределительной сети

Таблица - Исходные данные для расчетов

| № вар | Потери напряжения в режиме наибольших нагрузок, % | | | | | | |
|----------|---|------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | $\Delta U'_T$ | $\Delta U'_{НН}$ | $\Delta U'_{ЦП-ТП1}$ | $\Delta U'_{ТП1-ТП2}$ | $\Delta U'_{ТП2-ТП3}$ | $\Delta U'_{ТП3-ТП4}$ | $\Delta U'_{ТП4-ТП5}$ |
| 1 | 1,4 | 8 | 0,7 | 0,5 | 1,2 | 1,5 | 0,8 |
| 2 | 1,5 | 7,5 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 1,2 | 1,5 |
| 3 | 1,6 | 7 | 1,5 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 1,2 |
| 4 | 1,7 | 6,5 | 1,2 | 1,5 | 0,8 | 0,7 | 0,5 |
| 5 | 1,8 | 6 | 0,5 | 1,2 | 1,5 | 0,8 | 0,7 |
| 6 | 1,9 | 5,5 | 0,6 | 1,3 | 1,6 | 0,9 | 0,8 |
| 7 | 2 | 5 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 1,6 |
| 8 | 1,4 | 8 | 1,6 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 1,3 |
| 9 | 1,5 | 7,5 | 0,9 | 0,7 | 1,4 | 1,7 | 1 |
| 10 | 1,6 | 7 | 1 | 0,9 | 0,7 | 1,4 | 1,7 |
| 11 | 1,7 | 6,5 | 1,7 | 1 | 0,9 | 0,7 | 1,4 |
| 12 | 1,8 | 6 | 1,4 | 1,7 | 1 | 0,9 | 0,7 |
| 13 | 1,9 | 5,5 | 0,7 | 1,4 | 1,7 | 1 | 0,9 |
| 14 | 2 | 5 | 0,7 | 0,6 | 1,2 | 1,6 | 0,8 |
| 15 | 2 | 5,5 | 0,7 | 0,5 | 1,2 | 1,5 | 0,8 |

| | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 16 | 1,4 | 5 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 1,2 | 1,5 |
| 17 | 1,5 | 8 | 1,5 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 1,2 |
| 18 | 1,6 | 7,5 | 1,2 | 1,5 | 0,8 | 0,7 | 0,5 |
| 19 | 1,7 | 7 | 0,5 | 1,2 | 1,5 | 0,8 | 0,7 |
| 20 | 1,8 | 6,5 | 0,6 | 1,3 | 1,6 | 0,9 | 0,8 |
| 21 | 1,9 | 6 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 1,6 |
| 22 | 2 | 5,5 | 1,6 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 1,3 |
| 23 | 1,4 | 5 | 0,9 | 0,7 | 1,4 | 1,7 | 1 |
| 24 | 1,5 | 8 | 1 | 0,9 | 0,7 | 1,4 | 1,7 |
| 25 | 1,6 | 7,5 | 1,7 | 1 | 0,9 | 0,7 | 1,4 |
| 26 | 1,7 | 7 | 1,4 | 1,7 | 1 | 0,9 | 0,7 |
| 27 | 1,8 | 6,5 | 0,7 | 1,4 | 1,7 | 1 | 0,9 |
| 28 | 1,9 | 6 | 0,7 | 0,6 | 1,2 | 1,6 | 0,8 |
| 29 | 1,7 | 6,5 | 1,7 | 0,9 | 0,9 | 0,6 | 1,2 |
| 30 | 1,8 | 6 | 1,3 | 1,8 | 0,9 | 1 | 0,8 |

Краткое описание и регламент выполнения

Задание выполняется письменно во время практического занятия. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если задача решена правильно или решена с незначительными ошибками;
- отметка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задача не решена и/или допущены грубые ошибки.

7.2.2. Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные требования к средствам измерения показателей качества электроэнергии.
2. Перечислите основные характеристики электроанализатора «Ресурс».
3. В каких режимах может работать электроанализатор «Ресурс»?
4. Какие допускаются отклонения напряжения в промышленных электросетях по ГОСТ 32144-2013 и почему?
5. Как зависит работа различных электроприемников от величины напряжения в сети?
6. Какие способы улучшения напряжения используются в промышленных электросетях и в сетях энергосистем?
7. Каковы причины появления провалов напряжения в промышленных электросетях?
8. Опишите механизм воздействия провалов напряжения на цифровые и импульсные системы управления.
9. Какими путями можно обеспечить устойчивость цифровых систем управления к провалам напряжения?
10. Какие нормы на провалы напряжения установлены в ГОСТ 32144-2013?
11. Какие допустимые значения коэффициента несинусоидальности установлены ГОСТ 32144-2013 для электрических сетей и почему?
12. Каковы причины появления высших гармоник напряжения в электрических сетях промышленных предприятий?

13. Почему вентильный преобразователь потребляет из сети несинусоидальный ток?
14. Какие существуют способы уменьшения уровня высших гармоник напряжения в промышленных электросетях?

Краткое описание и регламент выполнения

Устный опрос на практическом занятии, направленный на закрепление пройденного материала. Опрос проводится как правило в начале практического занятия, обучающимся задаются вопросы по пройденному материалу.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил больше чем на половину контрольных вопросов;
- отметка «не зачтено» - если обучающийся ответил на половину или меньше контрольных вопросов.

7.2.3. Типовые тестовые задания

1. Каким документом регламентируются нормы показателей качества электроэнергии.
 - Гражданским кодексом.
 - Правилами устройства электроустановок.
 - ГОСТ
 - Правилами технической эксплуатации.
2. Влияние увеличения уровня напряжения на работу электроприемников а) электроосвещения, б) электродвигателей.
 - а) срок службы ламп накаливания увеличивается б) ротор перегревается
 - а) срок службы ламп накаливания уменьшается б) статор перегревается
 - а) срок службы ламп накаливания уменьшается б) ротор перегревается
 - а) срок службы ламп накаливания увеличивается б) статор перегревается
3. Влияние уменьшения уровня напряжения на работу электроприемников а) электроосвещения, б) электродвигателей.
 - а) срок службы ламп накаливания увеличивается б) статор перегревается
 - а) срок службы ламп накаливания увеличивается, световой поток уменьшается б) ротор перегревается, пусковой момент уменьшается.
 - а) срок службы ламп накаливания уменьшается, световой поток уменьшается б) ротор перегревается, пусковой момент увеличивается.
 - а) срок службы ламп накаливания уменьшается, световой поток увеличивается б) статор перегревается, пусковой момент уменьшается.
4. Комплекс мероприятий по снижению отклонения напряжения
 - Регулировка напряжения.
 - Стабилизация напряжения.
 - Компенсация реактивной энергии.
 - Подключение добавочного напряжения.
5. Комплекс мероприятий по снижению колебания напряжения
 - Регулировка напряжения.
 - Стабилизация напряжения.
 - Компенсация реактивной энергии.
 - Подключение добавочного напряжения
6. Влияние колебания напряжения δU_t на работу электроприемников
 - Срок службы ламп накаливания увеличивается, срок службы электродвигателей уменьшается.

- Срок службы ламп накаливания уменьшается, срок службы электродвигателей увеличивается
 - Мерцание ламп освещения, нарушение работы средств связи и телевидения.
 - Уменьшение светового потока ламп освещения.
7. Какие электроприемники создают в сети колебания напряжения δU_t .
- Электродвигатели.
 - Нелинейная нагрузка (выпрямители)
 - Резкопеременная нагрузка (дуговые сталеплавильные печи, прокатные станы и т.п.).
 - Электроосвещение.
8. Какие устройства позволяют уменьшить размах колебания напряжения до допустимой величины.
- Фильтры.
 - Реакторы
 - Батареи конденсаторов
 - Синхронные компенсаторы и статические компенсирующие устройства.
9. Из чего состоят статические компенсирующие устройства (для компенсации колебаний напряжения) прямой компенсации.
- Фильтров.
 - Реакторов.
 - Батареи конденсаторов и фильтров высших гармоник.
 - Фильтров высших гармоник.
10. Из чего состоят статические компенсирующие устройства (для компенсации колебаний напряжения) косвенной компенсации.
- Фильтры и реакторы.
 - Плавно регулируемый реактор и нерегулируемые батареи конденсаторов или фильтры высших гармоник
 - Батареи конденсаторов и фильтры высших гармоник.
 - Фильтры высших гармоник.
11. Источники несимметрии напряжения и токов при а) продольной и б) поперечной несимметрии.
- а) несимметрия источников тока, б) несимметрия нагрузки.
 - а) несимметрия нагрузки, б) несимметрия источников тока.
 - а) несимметрия емкостей, б) несимметрия индуктивностей.
 - а) несимметрия индуктивностей, б) несимметрия емкостей.
12. Влияние несимметрии напряжения и токов на работу электродвигателей.
- Нагрев двигателей.
 - Вибрация двигателей.
 - Создание противодействующего момента на валу.
 - Все вышеперечисленное.
13. Какие мероприятия позволяют уменьшить несимметрию напряжения и токов у потребителя.
- Равномерное распределение нагрузок по фазам.
 - Включение батарей конденсаторов.
 - Включение индуктивностей и емкостей в ненагруженные фазы.
 - Равномерное распределение нагрузок по фазам и включение индуктивностей и емкостей в ненагруженные фазы.
14. Источники несинусоидальности напряжения.
- Электронагреватели.
 - Электроосвещение
 - Батареи конденсаторов
 - Вентильные преобразователи.

15. Появление резонанса в сетях с высшими гармониками.
- При включении батарей конденсаторов.
 - При отключении батарей конденсаторов.
 - При включении трансформаторов.
 - При включении реакторов.
16. Устройства для уменьшения несинусоидальности напряжения.
- Батареи конденсаторов.
 - Реакторы.
 - Фильтры.
 - Трансформаторы.
17. Какими приборами осуществляется контроль всех показателей качества электроэнергии
- Амперметром
 - Вольтметром
 - Анализатором высших гармоник
 - Информационно-вычислительным комплексом

Краткое описание и регламент выполнения

Тест проводится в начале практического занятия в письменной форме. Каждому обучающемуся выдается 20 вопросов, на каждый из которых нужно выбрать правильный (ые) ответ (ы). Время, отводимое на тестирование - 15 минут.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил правильно больше чем на половину тестов.
- отметка «не зачтено» - если обучающийся ответил правильно на половину или меньше тестов.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 1

| № п/п | Вопросы к зачету |
|-------|--|
| 1 | Нормирование электромагнитных помех. |
| 2 | Основные показатели качества электрической энергии (КЭ). |
| 3 | Перечень основных методов анализа КЭ. |
| 4 | Продольная и поперечная несимметрия в линиях электропередачи и их влияние на работу электрических потребителей. |
| 5 | Анализ работы асинхронных и синхронных двигателей при несимметричном подводимом напряжении. |
| 6 | Особенности высших гармонических составляющих в трехфазных цепях. |
| 7 | Анализ влияния высших гармонических составляющих на работу двигателей переменного тока. |
| 8 | Влияние качества электрической энергии на технико-экономические показатели электрических машин и освещение. |
| 9 | Влияние качества электрической энергии на технико-экономические показатели трансформаторов, станочного электрооборудования и кабельного хозяйства. |
| 10 | Основные приемники, являющиеся источниками электромагнитных полей и влияющие на качество электрической энергии. |
| 11 | Особенности улучшения коэффициента мощности, обусловленного наличием реактивных элементов и наличием приемников с нелинейными элементами. |
| 12 | Влияние коммутационных аппаратов на качество электрической энергии. |
| 13 | Защита приемников электрической энергии от кратковременного провала напряжения. Принципиальная схема источника бесперебойного питания. |
| 14 | К чему приводит снижение качества электрической энергии. |
| 15 | Характеристики качества электроэнергии. |
| 16 | Способы улучшения ЭМС электросварочного оборудования. |
| 17 | Вспомогательные показатели качества электроэнергии. |
| 18 | Анализ характера и уровней показателей качества электроэнергии в электрических сетях промышленных предприятий. |
| 19 | ГОСТ 32144-2013, Условия нормирования показателей качества электроэнергии, требования к интервалам усреднения, измерения и погрешности их измерения. |
| 20 | ГОСТ 32144-2013. Нормы показателей качества электроэнергии. |
| 21 | Экономический ущерб от снижения качества напряжения. |
| 22 | Требование к средствам измерения показателей качества электроэнергии |
| 23 | Определение ущербов от некачественной электроэнергии. |
| 24 | Измерение отклонений напряжения. |
| 25 | Измерение колебаний напряжения. |
| 26 | Измерение несинусоидальности напряжения. |
| 27 | Измерение несимметрии напряжения. |
| 28 | Обработка результатов измерения ПКЭ. Погрешности оценки значений ПКЭ. |
| 29 | Эксплуатационный контроль качества электроэнергии. |
| 30 | Оценка соответствия качества электроэнергии по ГОСТ 32144-2013. |
| 31 | Методы расчета отклонений напряжения. |

| № п/п | Вопросы к зачету |
|------------------|--|
| 32 | Средства улучшения отклонений напряжения. Построение закона регулирования напряжения. |
| 33 | Централизованное регулирование напряжения. |
| 34 | Местные средства регулирования напряжения и алгоритм определения добавок напряжения от сети. |
| 35 | Методы определения несинусоидальности напряжения. |
| 36 | Высшие гармоники, генерируемые различными источниками искажения качества электроэнергии. Эквивалентирование токов высших гармоник. |
| 37 | Оценка сопротивлений элементов току высших гармоник. |
| 38 | Определение коэффициента искажения синусоидальности напряжения в различных токах сети. Резонансные явления. |
| 39 | Методы определения колебаний напряжения. |
| 40 | Расчет колебаний напряжения в сетях с ДСП. |
| 41 | Расчет колебаний напряжения в сетях со сварочной нагрузкой. |
| 42 | Расчет колебаний напряжения в сетях с прокатными станами. |
| 43 | Методы определения несимметрии напряжения. |
| 44 | Расчет тока обратной последовательности при однофазной и двухфазной несимметрии. |
| 45 | Определение сопротивлений обратной последовательности элементов сети. |
| 46 | Определение коэффициентов обратной и нулевой последовательности в различных точках сети. |
| 47 | Схемные решения по снижению несинусоидальности напряжения. |
| 48 | Технические средства для снижения несинусоидальности напряжения. Их схемы. |
| 49 | Выбор фильтросимметрирующих устройств. |
| 50 | Технические средства по снижению колебаний напряжения и их выбор. |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|----------------|--|--------------------------------|---|
| 1 | Зачет (устно) | «зачтено» | Обучающийся дал исчерпывающие, последовательные и логически стройные ответы на вопросы. |
| | | «не зачтено» | Обучающийся не ответил на вопросы или при ответе допустил грубые ошибки. |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|--|--|---|-------------|---|
| 1 | Шабанов В. А. | Свойства и параметры нормальных режимов систем электроснабжения | Учебное пособие | 2024 | ЭБС «Лань» |
| 2 | Стрельников Н.А., Шевцов Д.Е. | Учет и контроль электроэнергии в системах электроснабжения | Учебное пособие | 2023 | ЭБС «IPRbooks» |
| 3 | Бирюлин В.И., Куделина Д.В. | Мониторинг качества электроэнергии | Монография | 2023 | ЭБС "ZNANIUM.COM" |
| 4 | Кобозев В.А., Лыгин И.В. | Качество электроэнергии и энергоэффективность систем электроснабжения потребителей | Учебное пособие | 2022 | ЭБС «IPRbooks» |
| 5 | Герасимов С.Е., Иванов С.А., Кузнецов А.А., Смоловик С.В., Фролов В.Я. | Качество электроэнергии, источники и средства компенсации реактивной мощности в электроэнергетических системах | Учебное пособие | 2021 | ЭБС «IPRbooks» |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|----------------------------|----------------------|---|-------------|---|
| 1 | Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. | Электроснабжение | Учебное пособие | 2022 | ЭБС "ZNANIUM.COM" |

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|------------------|--|-------------------------------------|---|--------------------|---|
| 2 | Карташев И.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г., Шаров Ю.В., Насыров Р.Р. | Управление качеством электроэнергии | Учебное пособие | 2019 | ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА" |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- – Измерители показателей качества электрической энергии Circutor [Электронный ресурс] : Официальный сайт производителя - Режим доступа к системе.: <http://www.circutor.ru/>
- Измерители показателей качества электрической энергии Ресурс [Электронный ресурс] : Официальный сайт производителя - Режим доступа к системе.: <http://www.entp.ru/>
- Измерители показателей качества электрической энергии Эрис [Электронный ресурс] : Официальный сайт производителя - Режим доступа к системе.: <http://www.erisnrf.ru/>
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018. – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|-------|--|---|
| 1 | Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc | договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно |
| 2 | Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition | договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно |

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|--|---|
| 1 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211) | Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи. |
| 2 | Лаборатория «Электрооборудование станций и подстанций предприятий». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-203) | Проектор, экран; столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенды универсальный лабораторный, стенд демонстрационный., стол компьютерный одноместный, ПК, жалюзи |
| 3 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401) | Стол, стулья, компьютеры |
| 4 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916) | Стол, стулья, компьютеры |