

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)  
Энергосбережение и энергоэффективность

Форма обучения: заочная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр                  | 1          | Итого      |
|--------------------------|------------|------------|
| Форма контроля           | зачет      |            |
| Вид занятий              |            |            |
| Лекции                   | 4          | 4          |
| Лабораторные             |            |            |
| Практические             | 4          | 4          |
| ККР                      | 1          | 1          |
| Промежуточная аттестация | 0,25       | 0,25       |
| Контактная работа        | 9,25       | 9,25       |
| Самостоятельная работа   | 95         | 95         |
| Контроль                 | 3,75       | 3,75       |
| <b>Итого</b>             | <b>108</b> | <b>108</b> |

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» мая 2026 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры  
«Электроснабжение и электротехника»

---

(протокол заседания № 3 от «20» сентября 2022 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: «Энергоменеджмент и энергомониторинг на предприятиях 2», «Современные технологии проектирования в электроэнергетике и электротехнике», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», выпускная квалификационная работа

## 3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование)                                                  | Индикаторы достижения компетенций<br>(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                                                                                                                                                                                                                                                 |

| <b>Формируемые и контролируемые компетенции</b><br>(код и наименование) | <b>Индикаторы достижения компетенций</b><br>(код и наименование) | <b>Планируемые результаты обучения</b>                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         |                                                                  | 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.<br>Показатели качества электроэнергии и их нормирование | Лек                | Отклонения напряжения<br>Колебания напряжения<br>Несинусоидальность напряжения                                           | 1       | 1         | -     | -              | -                                                                                                           |
|                                                                   | Пр                 | Отклонения напряжения<br>Колебания напряжения                                                                            | 1       | 0,5       | -     | -              | Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу.<br>Тестирование.                                |
|                                                                   | Пр                 | Несинусоидальность напряжения                                                                                            | 1       | 0,5       | -     | -              | Решение практических задач.<br>Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу.<br>Тестирование. |
|                                                                   | Лек                | Несимметрия напряжений<br>Отклонения частоты<br>Прерывание и провалы напряжения<br>Временные и импульсные перенапряжения | 1       | 1         | -     | -              | -                                                                                                           |
|                                                                   | Пр                 | Несимметрия напряжений<br>Отклонения частоты                                                                             | 1       | 0,5       | -     | -              | 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<br>Временные и импульсные перенапряжения                                                                                                                                                      | 1       | 0,5       | -     | -              | Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу. Тестирование. |
| Раздел 2.<br>Влияние качества электроэнергии на работу электроприёмников | Лек                | Виды ущербов от ухудшения показателей качества электрической энергии<br>Влияние качества электроэнергии на потери электроэнергии                                                                                              | 1       | 1         |       |                | -                                                                         |
|                                                                          | Пр                 | Воздействие несинусоидальности напряжений и токов на приборы учёта электрической энергии<br>Влияние отклонения частоты на работу электроприемников<br>Воздействие отклонений напряжения на функционирование электроприемников | 1       | 0,5       |       |                | Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу. Тестирование. |
|                                                                          | Пр                 | Воздействие колебаний напряжения и фликера на работу электроприемников                                                                                                                                                        | 1       | 0,5       |       |                | 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<br>Влияние несимметрии напряжения<br>Влияние провалов напряжения на функционирование электроприемников |         |           |       |                | теоретическому материалу.<br>Тестирование.                                                                  |
| Раздел 3.<br>Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии | Лек                | Регулирование напряжения трансформаторами<br>Современные средства обеспечения качества электроэнергии                                                                        | 1       | 1         | -     | -              | -                                                                                                           |
|                                                                                 | Пр                 | Встречное регулирование напряжения<br>Определение требуемых законов регулирования напряжения в распределительных сетях среднего и низкого напряжений                         | 1       | 0,5       | -     | -              | Решение практических задач.<br>Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу.<br>Тестирование. |
|                                                                                 | Пр                 | Использование конденсаторных батарей для регулирования напряжений в узлах сети<br>Современные средства обеспечения качества электроэнергии                                   | 1       | 0,5       | -     | -              | Решение практических задач.<br>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       | 95        | -     | -              | -                                                          |
|                 | ККР                | Комплексная контрольная работа                                                                                                          | 1       | 1         |       |                | Выполнение комплексной контрольной работы                  |
|                 |                    | Контроль                                                                                                                                | 1       | 3,75      | -     | -              | -                                                          |
|                 | 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 электроэнергии систем электроснабжения», используются следующие технологии дистанционного обучения:

1. Вебинар на онлайн площадке – последовательное изложение преподавателем материала дисциплины, осуществляемое с сопровождением видео-презентацией использованием современных мультимедийных средств.

2. Практическое занятие в дистанционной форме работы обучающегося с преподавателем. Необходимо для закрепления теоретического материала, изучение дополнительного теоретического материала с выполнением практических заданий.

3. Самостоятельная работа –самостоятельное выполнение практических заданий, оформление результатов решения практических заданий и самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы, а также подготовка к зачету.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

### **6.1 Общие методические указания по освоению дисциплины.**

Обучающимся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, целью дисциплины, компетенциями, формируемыми дисциплиной, индикаторами компетенций, а также методическими разработками по дисциплине и условиями контроля.

### **6.2 Методические указания по подготовке к вебинарам на онлайн площадке.**

Для подготовки к лекционным занятиям обучающийся должен ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины и тематикой лекционных занятий. Самостоятельно изучить основную и дополнительную литературу по теме лекционного занятия. Перед лекционным занятием обучающийся должен повторить по конспекту лекций предыдущий материал, что позволит глубже освоить содержание дисциплины.

6.3 Методические указания по подготовке к практическим занятиям в дистанционной форме.

Практические занятия в дистанционной форме в рамках дисциплины «Управление качеством электроэнергии систем электроснабжения» необходимы для закрепления теоретического материала, изучения дополнительного теоретического материала и получения практических навыков по дисциплине. Кроме того, практические занятия направлены на мотивацию обучающихся к самостоятельному изучению дополнительной литературы и материалов.

### **6.4. Методические указания к самостоятельной работе.**

Самостоятельная работа в дисциплине «Управление качеством электроэнергии систем электроснабжения» необходима для самостоятельного изучения основной и дополнительной литературы, для самостоятельного решения практических задач, оформления результатов решений, а также для подготовки к промежуточной аттестации проводимой в форме зачета.

| №<br>вар | Потери напряжения в режиме наибольших нагрузок, % |                  |                      |                       |                       |                       |                       |
|----------|---------------------------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|          | $\Delta U'_T$                                     | $\Delta U'_{HH}$ | $\Delta U'_{ЦП-ТП1}$ | $\Delta U'_{ТП1-ТП2}$ | $\Delta U'_{ТП2-ТП3}$ | $\Delta U'_{ТП3-ТП4}$ | $\Delta U'_{ТП4-ТП5}$ |
| 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  $\Delta U_t$  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  $\delta U_t$ .
- 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.                                                                                                                |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Вопросы к зачету</b>                                                                                                            |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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

| <b>Семестр</b> | <b>Форма проведения промежуточной аттестации</b> | <b>Критерии и нормы оценки</b> |                                                                             |
|----------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1              | Зачет (по накопительному рейтингу)               | «зачтено»                      | выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 55 - 100 баллов |
|                |                                                  | «не зачтено»                   | выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 0 - 54 балла    |



## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители                                                  | Заглавие (заголовок)                                | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке /<br>Наименование ЭБС |
|----------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|
| 1        | Ополева Г. Н.                                                        | Электроснабжение промышленных предприятий и городов | Учебное пособие                                                             | 2022        | ЭБС "ZNANIUM.COM"                                     |
| 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"                            |

### 8.2. Дополнительная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители        | Заглавие (заголовок)                                                               | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке /<br>Наименование ЭБС |
|----------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|
| 1        | Куско А., Томпсон М.       | Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии              | Книга                                                                       | 2017        | ЭБС «IPRbooks»                                        |
| 2        | Кобозев В.А., Лыгин И.В.   | Качество электроэнергии и энергоэффективность систем электроснабжения потребителей | Учебное пособие                                                             | 2022        | ЭБС «IPRbooks»                                        |
| 3        | Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. | Электроснабжение                                                                   | Учебное пособие                                                             | 2022        | ЭБС "ZNANIUM.COM"                                     |

### 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.erisnpf.ru/>
- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : <apps.webofknowledge.com>. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : <scopus.com>. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- 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:<br>WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc                             | договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно;<br>контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно |
| 2     | Office Standard:<br>Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition | договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно                                                              |
| 3     | Mirapolis Human Capital Management                                       | лицензионный договор № 1489 от 28.12.2022, срок действия – до 30.06.2023                                            |

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

| №<br>п/п | <b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>Перечень основного оборудования</b>                                                                                                                                 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <p>Аудитория веб-конференций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705)</p> | <p>Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет</p>  |
| 2        | <p>Аудитория веб-конференций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Э-405)</p>  | <p>Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет.</p> |
| 3        | <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Стол, стулья, компьютеры</p>                                                                                                                                        |
| 4        | <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Стол, стулья, компьютеры</p>                                                                                                                                        |