

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

Б1.О.26
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Показатели и контроль качества электрической энергии

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Электроснабжение промышленных предприятий

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 5 | Итого |
|--|------------|------------|
| Форма контроля | экзамен | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 16 | 16 |
| Лабораторные | 16 | 16 |
| Практические | | |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | | |
| Промежуточная аттестация | 0,35 | 0,35 |
| Контактная работа | 32,35 | 32,35 |
| Самостоятельная работа | 76 | 76 |
| Контроль | 35,65 | 35,65 |
| Итого | 144 | 144 |

Рабочую программу составил(и):
доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», доцент, к.п.н., Третьякова М.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
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до **«31» августа 2030 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 9 от «13» февраля 2026 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – получение теоретических и практических знаний по вопросам нормирования, анализа и обеспечения качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Физика», «Высшая математика», «Информатика», «Введение в электроэнергетику», «Современные энергетические системы и электронные преобразователи».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Электроэнергетические системы и сети», «Внутризаводское электроснабжение», «Эксплуатация систем электроснабжения», «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике».

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|--|---|
| ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности | ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность | Знать: показатели и нормы качества электрической энергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013 |
| | | Уметь: определять значения показателей качества электрической энергии и оценивать их значения в соответствии с установленными нормами |
| | | Владеть: навыками оценки показателей качества электрической энергии в соответствии с установленными нормами |

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 Актуальность и основные понятия дисциплины «Показатели и контроль качества электроэнергии» | Лек | Место дисциплины в структуре образовательной программы. Актуальность программы качества электроэнергии. Основные понятия и определения | 5 | 2 | 2 | - | экспресс-опрос |
| | Ср | Изучение теоретического материала | 5 | 2 | - | - | - |
| Раздел 2 Нормируемые показатели качества электроэнергии | Лек | Нормирование качества электроэнергии. Отклонение частоты и напряжения | 5 | 2 | 2 | 0,5 | экспресс-опрос |
| | Лаб | Моделирование электроприемников и систем электроснабжения | 5 | 2 | 5 | - | отчет по лабораторной работе |
| | Лаб | Исследование влияния отклонения частоты на работу электроприемников | 5 | 2 | 5 | - | отчет по лабораторной работе |
| | Лаб | Исследование влияния режимов нагрузки на отклонение напряжения электрической сети | 5 | 4 | 5 | - | отчет по лабораторной работе |
| | Лек | Колебания напряжения и фликер | 5 | 2 | 2 | - | экспресс-опрос |
| | Лек | Несинусоидальность напряжения | 5 | 2 | 2 | 0,5 | экспресс-опрос |
| | Лаб | Исследование несинусоидальности напряжения в электрической сети | 5 | 2 | 5 | - | отчет по лабораторной работе |
| | Лек | Несимметрия напряжения | 5 | 2 | 2 | 0,5 | экспресс-опрос |
| | Ср | Изучение теоретического материала. Оформление и подготовка к защите лабораторных работ. Выполнение и оформление практических заданий | 5 | 46 | 20 | - | практические задания |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------------|---|---------|--------------|-------|----------------|--|
| | | реконструктивного уровня. | | | | | |
| Раздел 3 Ненормируемые показатели качества электроэнергии | Лек | Провалы напряжения. Прерывания напряжения. Перенапряжения. Импульсные напряжения | 5 | 2 | 2 | 0,5 | экспресс-опрос |
| | Ср | Изучение теоретического материала | 5 | 2 | - | - | - |
| Раздел 4 Контроль качества электроэнергии | Лек | Виды и цели контроля качества электроэнергии. Выбор пунктов контроля качества электроэнергии. Периодичность испытаний. Обработка результатов контроля качества электроэнергии | 5 | 2 | 2 | 0,5 | экспресс-опрос |
| | Ср | Изучение теоретического материала. Выполнение и оформление практического задания реконструктивного уровня. | 5 | 8 | 5 | - | практические задания |
| Раздел 5 Способы и средства регулирования напряжения | Лек | Причины и последствия отклонений напряжения. Виды регулирования напряжения. Принципы работы регулирующих средств | 5 | 2 | 2 | 0,5 | экспресс-опрос |
| | Лаб | Регулирование напряжения в сети путем поперечной компенсации реактивной мощности | 5 | 2 | 5 | - | экспресс-опрос |
| | Лаб | Регулирование напряжения в сети путем продольной компенсации реактивной мощности | 5 | 2 | 5 | - | отчет по лабораторной работе |
| | Лаб | Компенсация высших гармоник с помощью фильтрокомпенсирующего устройства | 5 | 4 | 12 | - | отчет по лабораторной работе |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--------------------|--------------------------|---|---------|--------------|------------|----------------|--|
| | Ср | Изучение теоретического материала. Оформление и подготовка к защите лабораторных работ. Выполнение и оформление практического задания реконструктивного уровня. | 5 | 8 | 17 | - | практические задания |
| | Контроль | Подготовка к экзамену | 5 | 35,65 | - | - | - |
| | ПА | Экзамен | 5 | 0,35 | 100 | - | - |
| Итого: | | | | 144 | 100 | | |

Схема расчета итогового балла

Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2.

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются:

- технология традиционного обучения в форме лекций, лабораторных занятий, а также самостоятельной работы по изучению теоретического материала, оформлению отчетов по итогам лабораторных работ и выполнению практических заданий реконструктивного уровня;
- интерактивные образовательные технологии в форме обсуждения на лекционных занятиях проблемных вопросов по качеству электроэнергии.

6. Методические указания по освоению дисциплины

На лекциях рассматриваются основные понятия в области качества электрической энергии. Лекционный материал, базирующийся на действующих нормативных документах, адаптируется для понимания обучающимися второго курса. С целью активизации учебного процесса на всех лекционных занятиях проводятся экспресс-опросы по изучаемым темам. Баллы за ответы на вопросы экспресс-опросов входят в текущий рейтинг и учитываются при расчете итогового балла за курс.

В ходе лабораторных занятий предусматривается выполнение семи лабораторных работ путем моделирования электрической сети в программе Multisim. Лабораторные работы являются одной из форм текущей аттестации. По каждой работе оформляется отчет и проводится защита результатов работы, в ходе которой осуществляется оценка степени освоения учебного материала обучающимися. Баллы за отчет по лабораторным работам входят в текущий рейтинг и учитываются при расчете итогового балла за курс. На последнем лабораторном занятии за освоение лабораторного практикума выставляются бонусные баллы, максимальное количество которых равно семи (по одному баллу за каждую защищенную работу).

Для активизации самостоятельной работы обучающихся предусматривается выполнение шести практических заданий реконструктивного уровня. Практические задания также являются одной из форм текущей аттестации. По каждому заданию оформляется отчет с обобщением теоретического материала и составлением выводов. При этом ведется контроль уровня освоения учебного материала обучающимися. Баллы за отчет по практическим заданиям входят в текущий рейтинг и учитываются при расчете итогового балла за курс. Эффективность самостоятельной работы обучающихся оценивается бонусными баллами, максимальное количество баллов равно двенадцати (2 балла – за каждое правильно и качественно выполненное практическое задание).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|--|--|
| 5 | ОПК-6 | Тестовые задания №1 - №504 Вопросы к экзамену №1 - № 70 |

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

Текущий контроль знаний осуществляется при защите обучающимися отчетов лабораторных, в ходе экспресс-опросов, проводимых на лекционных занятиях, а также при сдаче практических заданий реконструктивного уровня.

7.2.1. Перечень практических заданий реконструктивного уровня

Практическое задание №1. «Расчет отклонений напряжения в системе электроснабжения общего назначения».

Практическое задание №2. «Определение требуемых уровней напряжения в контрольных точках».

Практическое задание №3. «Анализ несинусоидальности сетевого напряжения».

Практическое задание №4. «Оценка несимметрии напряжений в трехфазной системе».

Практическое задание №5. «Эксплуатационный контроль качества электроэнергии».

Практическое задание №6. «Расчет параметров технических средств по регулированию напряжения».

Типовой пример оформления практического задания

1. Титульный лист.
2. Цель.
3. Задачи.
4. Результаты расчета.
5. Анализ полученных результатов.
6. Выводы.
7. Список используемых источников.

Краткое описание и регламент выполнения

Обучающиеся выполняют практические задания в соответствии с заданным вариантом. Результаты расчета представляются в форме отчета.

Отчет по итогам выполнения практического задания выполняется каждым обучающимся индивидуально. Оформляется в печатной форме на листах формата А4.

При сдаче практического задания преподаватель оценивает качество выполнения отчета (правильность выполнения и оформление).

Преподаватель задает вопросы по теме практического задания и оценивает знание учебного материала, продемонстрированное обучающимся при ответе на вопросы и объяснении полученных результатов.

Критерии оценки

Оценка за практическое задание выставляется в баллах:

5 баллов – задание выполнено правильно, отчет оформлен качественно, даны правильные и развернутые ответы на контрольные вопросы;

4 балла – задание выполнено правильно, отчет оформлен качественно, даны развернутые ответы на контрольные вопросы; в ответах на вопросы допущены незначительные ошибки;

3 балла – задание выполнено правильно, отчет оформлен качественно, даны развернутые ответы на контрольные вопросы; в ответах на вопросы допущены существенные ошибки;

2 балла – при выполнении задания допущены ошибки, отчет оформлен небрежно, в ответах на вопросы допущены существенные ошибки;

1 балл – при выполнении задания допущены ошибки, отчет оформлен без учета требований ЕСКД, в ответах на вопросы допущены существенные ошибки.

7.2.2. Перечень отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа №1. «Исследование влияния режимов работы приемников на отклонение напряжения электрической сети».

Лабораторная работа №2. «Исследование влияния режимов работы приемников на колебания напряжения электрической сети».

Лабораторная работа №3. «Исследование отклонения частоты в электрической сети».

Лабораторная работа №4. «Исследование несинусоидальности напряжения в электрической сети».

Лабораторная работа №5. «Регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи».

Лабораторная работа №6. «Регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи».

Лабораторная работа №7. «Компенсация высших гармоник тока с помощью фильтрокомпенсирующего устройства».

Типовой пример отчета по лабораторной работе

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Задачи работы.
4. Схема замещения исследуемой электрической сети.
5. Результаты исследования.
6. Выводы
7. Список используемых источников.

Краткое описание и регламент выполнения

Лабораторные работы выполняются по вариантам, задаваемым преподавателем.

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым обучающимся индивидуально. Оформляется в печатной форме на листах формата А4.

К защите допускаются обучающиеся, представившие распечатанный отчет по лабораторной работе.

При защите результатов лабораторной работы оценивается качество выполнения отчета по лабораторной работе (содержание и оформление).

Преподаватель задает вопросы по теме лабораторной работы и оценивает знание учебного материала, продемонстрированное обучающимися при ответе.

Критерии оценки

Оценка за лабораторную работу выставляется в баллах:

5 баллов – работа выполнена и защищена в соответствии с календарным планом, оформлена качественно, даны правильные и развернутые ответы на контрольные вопросы;

4 балла – работа выполнена и защищена в соответствии с календарным планом, оформлена качественно, даны развернутые ответы на контрольные вопросы; в ответах на вопросы допущены незначительные ошибки;

3 балла – работа выполнена и защищена в соответствии с календарным планом, оформлена качественно, даны развернутые ответы на контрольные вопросы; в ответах на вопросы допущены существенные ошибки;

2 балла – работа выполнена и защищена с нарушением календарного плана, оформлена небрежно, в ответах на вопросы допущены существенные ошибки;

1 балл – работа выполнена и сдана с нарушением календарного плана, оформлена без учета требований ЕСКД, в ответах на вопросы допущены существенные ошибки

7.2. 3. Перечень вопросов для экспресс-опросов

Типовые примеры вопросов

- Что характеризует такой показатель качества электрической энергии как отклонение частоты?

- Какие нормы установлены на отклонения частоты для синхронизированных систем?

- Какие нормы установлены на отклонения частоты для систем с автономными генераторами?

- Как изменится частота напряжения в системе электроснабжения при увеличении потребления активной мощности?

- В течение какого периода времени рекомендуется проводить непрерывный контроль частоты напряжения электропитания?

- Какие изменения напряжения считаются медленными?

- Каковы основные причины медленных изменений напряжения электропитания?

- Как определить положительное отклонение напряжения? Отрицательное?

- Какие установлены нормы на положительные и отрицательные отклонения напряжения?

Полный комплект вопросов для экспресс-опросов представлен в фонде оценочных средств дисциплины.

Краткое описание и регламент выполнения

Экспресс-опрос приводится в конце лекционного занятия. Каждому обучающемуся задаются два вопроса. Ответы на вопросы даются устно. Оценивается правильность ответов на каждый из двух вопросов.

Критерии оценки:

2 балла выставляется обучающемуся при правильном ответе на два вопроса.

1 балл выставляется обучающемуся при правильном ответе на один вопрос.

0 баллов выставляется обучающемуся, не ответившему правильно ни на один из двух заданных вопросов.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

| № п/п | Вопросы к экзамену |
|----------|--|
| 1. | Актуальность проблемы качества электроэнергии. |
| 2. | Определение качества электроэнергии. Сущность проблемы качества электроэнергии. |
| 3. | Виды электромагнитных помех, связанных с качеством электроэнергии. |
| 4. | Понятия электромагнитная совместимость, электромагнитная среда, кондуктивные и полевые помехи. |
| 5. | Понятия электромагнитная обстановка, кондуктивная помеха, помехоустойчивость и помеховосприимчивость технического средства. |
| 6. | Принципы нормирования качества электроэнергии. |
| 7. | Понятия – точка передачи электрической энергии, точка общего присоединения, система электроснабжения общего назначения. |
| 8. | Понятия – номинальное, согласованное и опорное напряжение. |
| 9. | Продолжительные изменения характеристик напряжения и случайные события. |
| 10. | ГОСТ 32144-2013 (особенности, отличия от ГОСТ 13109-97). |
| 11. | Номенклатура показателей качества электроэнергии. |
| 12. | Отклонение частоты как показатель качества электроэнергии. |
| 13. | Нормирование отклонения частоты. |
| 14. | Влияние отклонения частоты напряжения на работу электрических сетей, электроприемников и технологических процессов. |
| 15. | Причины возникновения отклонений частоты напряжения в сети. |
| 16. | Положительное и отрицательное отклонение напряжения. |
| 17. | Нормирование отклонения напряжения. |
| 18. | Влияние отклонения напряжения на работу электрических сетей, электроприемников и технологических процессов. |
| 19. | Причины отклонений напряжения в сети. |
| 20. | Методика расчета отклонений напряжения в сети. |
| 21. | Колебания напряжения в сети. Причины колебания напряжения. |
| 22. | Понятие – фликер. Причины возникновения фликера. |
| 23. | Влияние колебания напряжения на работу электрических сетей, электроприемников и технологических процессов. |
| 24. | Показатели качества электроэнергии, характеризующие колебание напряжения. |
| 25. | Нормирование колебаний напряжения. |
| 26. | Одиочные быстрые изменения напряжения (физический смысл, причины возникновения, последствия). |
| 27. | Причины несинусоидальности напряжения в сети. |
| 28. | Показатели качества электроэнергии, характеризующие искажение синусоидальности кривой напряжения. |
| 29. | Влияние несинусоидальности напряжения на работу электрических сетей, электроприемников и технологических процессов. |
| 30. | Нормирование гармонического состава напряжения в сети. |
| 31. | Причины возникновения интергармонических составляющих напряжения в сети. |
| 32. | Влияние интергармонических составляющих напряжения на работу электрических сетей, электроприемников и технологических процессов. |

| № п/п | Вопросы к экзамену |
|----------|--|
| 33. | Определение коэффициентов искажения синусоидальности напряжения в различных точках сети. |
| 34. | Причины несимметрии напряжения. |
| 35. | Влияние несимметрии напряжения на работу электрических сетей, электроприемников и технологических процессов. |
| 36. | Показатели качества электроэнергии, характеризующие несимметрию напряжения. |
| 37. | Нормирование несимметрии напряжения в сети. |
| 38. | Определение коэффициентов обратной и нулевой последовательности в различных точках сети. |
| 39. | Ненормируемые показатели качества электроэнергии. |
| 40. | Прерывания напряжения в сети (физический смысл, классификация). |
| 41. | Прерывания напряжения в сети (причины возникновения, последствия). |
| 42. | Провалы напряжения (физический смысл, классификация). |
| 43. | Провалы напряжения (причины возникновения, последствия). |
| 44. | Перенапряжения (физический смысл, классификация). |
| 45. | Перенапряжения (причины возникновения, последствия). |
| 46. | Импульсные напряжения (физический смысл, характеристики). |
| 47. | Импульсные напряжения (причины возникновения, последствия). |
| 48. | Импульсные напряжения (разновидности в зависимости от причины возникновения). |
| 49. | Контроль качества электроэнергии (сущность и основные задачи). |
| 50. | Виды контроля качества электроэнергии. |
| 51. | Выбор пунктов контроля качества электроэнергии и продолжительность измерений. |
| 52. | Обработка и анализ результатов контроля качества электроэнергии. |
| 53. | Способы улучшения качества электроэнергии по отклонению напряжения. |
| 54. | Виды регулирования напряжения. |
| 55. | Централизованное регулирование напряжения. |
| 56. | Встречное регулирование напряжения. |
| 57. | Регулирование напряжения с помощью трансформаторов. |
| 58. | Компенсация реактивной мощности как способ, позволяющий улучшить качество электроэнергии по отклонению напряжения. |
| 59. | Улучшение качества электроэнергии с помощью синхронного компенсатора. |
| 60. | Улучшение качества электроэнергии с помощью батареи статических конденсаторов. |
| 61. | Улучшение качества электроэнергии с помощью шунтирующих реакторов. |
| 62. | Улучшение качества электроэнергии с помощью статических тиристорных компенсаторов. |
| 63. | Улучшение качества электроэнергии с помощью продольно-емкостной компенсации реактивной мощности. |
| 64. | Анализа возможности централизованного регулирования напряжения. |
| 65. | Средства компенсации реактивной мощности для улучшения качества электроэнергии по отклонению напряжению. |
| 66. | Способы снижения несимметрии напряжения. |
| 67. | Средства снижения несимметрии напряжения. |
| 68. | Средства снижения несинусоидальности напряжения. |
| 69. | Средства снижения колебаний напряжения. |
| 70. | Средства защиты от провалов напряжения. |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Экзамен проводится в форме итогового тестирования. Банк тестовых заданий размещен на образовательном портале ТГУ.

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|---------|---|-------------------------|---|
| 5 | экзамен (по накопительному рейтингу) | «отлично» | выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 85 - 100 баллов |
| | | «хорошо» | выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 70 - 84 балла |
| | | «удовлетворительно» | выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 55 - 69 баллов |
| | | «неудовлетворительно» | выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 0 - 54 балла |

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 | Бирюлин В. И., Куделина Д. В. | Качество электрической энергии и управление им | учебное пособие | 2024 | ЭБС «Лань» |
| 2 | Кобозев В. А. | Качество электроэнергии и энергоэффективность систем электроснабжения потребителей | Учебное пособие | 2022 | ЭБС «ZNANIUM.COM» |
| 3 | Ополева Г.Н | Электроснабжение промышленных предприятий и городов | Учебное пособие | 2022 | ЭБС «ZNANIUM.COM» |
| 4 | Железко Ю.С. | Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии | Руководство для практических расчетов | 2016 | 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 | Лукиянова О. А., Кремлев И. А. | Качество электрической энергии в системах электроснабжения | учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ | 2024 | ЭБС «Лань» |
| 2 | Овсянников А.Г., Борисов Р.К. | Электромагнитная совместимость в электроэнергетике | Учебник | 2017 | ЭБС "IPRbooks" |
| 3 | Карташев И.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г. и др. | Управление качеством электроэнергии | Учебное пособие | 2019 | ЭБС "Консультант студента" |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- 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-609) | Столы ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор, процессор, жалюзи |
| 2 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для | Проектор, экран, стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул |

| № 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 |
|----------|--|--|
| | 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) | преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи |
| 3 | Лаборатория "Цифровое моделирование в электроэнергетике" Компьютерный класс. Учебная аудитория для практических работ. 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-601) | Экран, проектор, ПК, двухместные парты, трехместные столы, стулья ученические, стол для конференций. |
| 4 | Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. 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-603) | Стол ученические компьютерные, стулья, ПК, стол преподавателя, принтеры, доска меловая, жалюзи |
| 5 | Лаборатория "Монтаж и эксплуатация системы электроснабжения. Электроосветительные установки" (Э-209) | Стол ученические двухместные , стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенды лабораторный , жалюзи. |
| 5 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401) | Стол, стулья, компьютеры |
| 6 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916) | Стол, стулья, компьютеры |