

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Энергетики и Бурковский А.В.
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Качество потребляемой электроэнергии и электромагнитная
совместимость в электроприводах»

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электроприводы и системы управления электроприводов

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

/ к.т.н. доцент Кожин А.С./

Заведующий кафедрой
Электропривода,
автоматики и управления в
технических системах

/д.т.н. проф. Бурковский В.И./

Руководитель ОПОП

/д.т.н. проф. Питолин В.М./

Воронеж 2021

1.ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1.Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины:

способность оптимизировать работу сложных систем посредством построения их математических моделей в специализированной программной среде и готовность проводить реализацию проектно-конструкторских решений и новых технологических решений в области генерации, распределения и потребления электрической энергии, где возникают существенные дополнительные потери активной мощности и энергии, обусловленные загрузкой их реактивной мощностью, передаваемой потребителям по линиям электропередачи. Компенсация реактивной мощности – одно из наиболее эффективных средств рационального использования электроэнергии. Уменьшение потерь активной электроэнергии, обусловленных перетоками реактивных мощностей, является реальной эксплуатационной технологией энергосбережения в электрических сетях и технологией повышения эффективности использования электроэнергии (мощности) у потребителей.

1.2.Задачи освоения дисциплины

ознакомление с общей структурой построения основных типов преобразователей частоты на базе полупроводниковой техники, изучение принципов построения силовой части и способов управления, знакомство с условиями работы инверторов на разные виды нагрузки, анализ и разработка путей решения по обеспечению необходимых качественных показателей для обеспечения электромагнитной совместимости и высоких энергетических показателей.

2.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Качество потребляемой электроэнергии и электромагнитная совместимость в электроприводах» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3.ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Качество потребляемой электроэнергии и электромагнитная совместимость в электроприводах» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-2 - способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

ПК-2 - способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-2	знать структуру и все этапы жизненного цикла проекта
	уметь организовать работу коллектива, занятого проектом на всех этапах жизненного цикла
	владеть навыками работы по всем этапам проектного процесса
ПК-2	знать актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; методы анализа научных данных и средства планирования, организации исследований и разработок.
	уметь проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.
	владеть навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок; методами анализа научных данных и средств планирования, организации исследований и разработок.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Качество потребляемой электроэнергии и электромагнитная совместимость в электроприводах» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	99	99

Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	2

5.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Нормирование качества электроэнергии	Нормирование качества электроэнергии в РФ в соответствии с действующим законодательством. Основные понятия и определения К ЭЭ	4	2	3	16	22
2	Показатели и нормы качества электрической энергии	Показатели и нормы качества электрической энергии	4	2	3	16	40
3	Характеристики напряжения, частоты	Продолжительные изменения характеристик напряжения, частоты	4	2	3	16	22
4	Колебания, несинусоидальность и несимметрия напряжений	Колебания напряжения и фликер, несинусоидальность, несимметрия напряжений в трехфазных системах	2	4	3	19	25
5	Средства повышения качества электроэнергии	Средства повышения качества электроэнергии в распределительных сетях, в узлах нагрузки.	2	4	3	16	22
6	Энергосберегающие технологии улучшения ЭМС	Энергосберегающие технологии и методики улучшения электромагнитной совместимости (ЭМС) в системах регулируемого электропривода постоянного и переменного тока.	2	4	3	16	30
Итого			18	18	18	99	180

5.2 Перечень лабораторных работ

Средства контроля качества ЭЭ; Определение качественных показателей типовых схем выпрямителей при естественной коммутации; Определение качественных показателей для трехфазной мостовой схемы выпрямителя при искусственной коммутации.

6.ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта:

1. Приборная база контроля качества электроэнергии в сетях
2. Энергоаудит на промышленных предприятиях
3. Статические фильтры – компенсирующие установки
4. Матричные преобразователи частоты. Принцип работы, особенности применения, основные достоинства и недостатки.
5. Современные технологии построения силовых конденсаторов звена постоянного тока преобразователей частоты.
6. Метод выборочного исключения гармоник в мощных преобразователях частоты.
7. Активные фильтры высших гармоник для асинхронного электропривода.
8. Преобразователи частоты с функцией управляемой рекуперации энергии в сеть.
9. Компенсационные выпрямители и их ЭМС с сетью

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта и вариантам заданий приведены в методической литературе: Основы проектирования электрических приводов; Сост.: В.Н. Крысанов. - Воронеж : ВГТУ, 2014. – 136с.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1.Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«неаттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Неаттестован
ПК-2	знать актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; методы анализа научных данных и средства планирования, организации исследований и разработок	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок; методами анализа научных данных и средств планирования, организации исследований и разработок	решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

УК-2	знать структуру и все этапы жизненного цикла проекта	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь организовать работу коллектива, занятого проектом на всех этапах жизненного цикла	решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками работы по всем этапам проектного процесса	решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырех-балльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; методы анализа научных данных и средства планирования, организации исследований и разработок	Тест	Выполнение теста 90-100%	Выполнение теста 80-90%	Выполнение теста 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок; методами анализа научных данных и средств планирования, организации исследований и разработок	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

УК-2	знать структуру и все этапы жизненного цикла проекта	Тест	Выполнено естана 90-100%	Выполнено тестана 80- 90%	Выполнено естана 70-80%	В тесте менее 70% правильны х ответов
	уметь организовать работу коллектива, занятого проектом на всех этапах жизненного цикла	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи решены
	владеть навыками работы по всем этапам проектного процесса	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Амплитуда синусоидального напряжения больше действующего значения в:

- $\sqrt{2}$ раз

- $\sqrt{3}$ раз

- 2 раза

2. Если для синусоидального тока I' и I'' - активная и реактивная составляющие этого тока, то действующее значение тока I равно

- $\sqrt{(I')^2 + (I'')^2}$

- $I' + I''$

- $\sqrt{\frac{(I' + I'')^2}{2}}$

3. Индуктивное сопротивление xL цепи равно (L – индуктивность цепи, Гн, ω – угловая частота, с-1)

- $\frac{L}{\omega}$

- ωL

- $\omega^2 L$

4. Емкостное сопротивление x_C цепи равно (C – емкость цепи, Φ , ω – угловая частота, с-1)

$\frac{1}{\omega C}$

ωC

$\frac{C}{\omega}$

5. Модуль комплексного сопротивления цепи R - L - C равен (R – активное сопротивление, x_L – индуктивное сопротивление, x_C – емкостное сопротивление)

$\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$R + (X_L - X_C)$

$\sqrt{R^2 + (X_L^2 - X_C^2)}$

6. Активная мощность синусоидального тока P равна (I – действующее значение тока, R – активное сопротивление цепи):

$I^2 \cdot R$

$I \cdot R$

$I \cdot R^2$

7. Реактивная мощность синусоидального тока Q (I – действующее значение тока, X – индуктивное сопротивление цепи)

$I \cdot X^2$

$I \cdot X$

$I^2 \cdot X$

8. Полная мощность S при действующих значениях тока (I) и напряжения (U)

$U \cdot I$

$U^2 \cdot I$

$I^2 \cdot U$

9. Полная мощность S при синусоидальном токе и напряжении равна (P и Q - активная и реактивная мощности)

- $P^2 + Q^2$

- $\sqrt{P^2 + Q^2}$

- $P + Q$

10. Действующее значение несинусоидального напряжения U равно (индекс i – i -тая гармоника; N – количество гармоник напряжения)

- $\sqrt{\sum_{i=1}^N I_i^2}$

- $\sum_{i=1}^N I_i$

- $\sqrt{\sum_{i=1}^N I_i}$

11. В симметричной трехфазной системе линейное напряжение больше фазного в:

- $\sqrt{2}$ раза

- $\sqrt{3}$ раза

- 3 раза

12. Резонанс токов в схеме с двумя параллельными ветвями наступит, когда (L и C – индуктивность, Гн и емкость, Ф ветвей)

- $\omega L = \frac{1}{\omega C}$

- $\omega L + \frac{1}{\omega C} = 0$

- $LC = \omega^2$

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. В трехфазной несимметричной системе напряжений $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ напряжение прямой последовательности U_1 , равно

$$\frac{1}{3}(\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C)$$

$$\frac{1}{3}(\dot{U}_A + a\dot{U}_B + a^2\dot{U}_C)$$

$$\frac{1}{3}(\dot{U}_A + a^2\dot{U}_B + a\dot{U}_C)$$

2. В трехфазной несимметричной системе напряжений $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ напряжение обратной последовательности U_2 , равно

$$\frac{1}{3}(\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C)$$

$$\frac{1}{3}(\dot{U}_A + a^2\dot{U}_B + a\dot{U}_C)$$

$$\frac{1}{3}(\dot{U}_A + a\dot{U}_B + a^2\dot{U}_C)$$

3. В трехфазной несимметричной системе напряжений U_A, U_B, U_C напряжение нулевой последовательности U_0 , равно

$$\frac{1}{3}(U_A + U_B + U_C)$$

$$\frac{1}{3}(U_A + aU_B + a^2U_C)$$

$$\frac{1}{3}(U_A + a^2U_B + aU_C)$$

4. Если заданы напряжения прямой, обратной и нулевой последовательности $\dot{U}_1, \dot{U}_2, \dot{U}_0$, то напряжение фазы $A - \dot{U}_A$ равно

$\frac{1}{3}(\dot{U}_0 + \dot{U}_1 + \dot{U}_2)$

$\dot{U}_0 + \dot{U}_1 + \dot{U}_2$

$\frac{a}{3}(\dot{U}_0 + \dot{U}_1 + \dot{U}_2)$

5. Математическое ожидание суммы двух случайных величин X и Y равно

$\bar{X} + \bar{Y}$

$\sqrt{\bar{X}^2 + \bar{Y}^2}$

$\bar{X} \cdot \bar{Y}$

6. Дисперсия суммы некоррелированных случайных величин равна ([дисперсии](#) исходных случайных величин $D(X)$ и $D(Y)$)

$D(X) + D(Y)$

$\sqrt{D^2(X) + D^2(Y)}$

$D(X) \cdot D(Y)$

7. Если среднее значение тока фидера \bar{I} и дисперсия $D(I)$, то действующее значение тока фидера $I_{\text{Э}}$ равно

$\bar{I}^2 + D(I)$

$\sqrt{\bar{I}^2 + D(I)}$

$\bar{I} + D(I)$

8. Потеря напряжения ΔU у потребителя (нагрузки P, Q , номинальное напряжение U_n , входное сопротивление – X и R) равна

$$- \frac{PR + QX}{U_n}$$

$$- \frac{PR - QX}{U_n}$$

$$- \frac{PX + QR}{U_n}$$

9. Падение напряжения $\Delta \dot{U}$ у потребителя (нагрузки P и Q , номинальное напряжение U_n , входное сопротивление – X и R) равно

$$- \frac{PR + QX}{U_n} + j \frac{PX + QR}{U_n}$$

$$- \frac{PR + QX}{U_n} + j \frac{PX - QR}{U_n}$$

$$- \frac{PR - QX}{U_n} + j \frac{PX - QR}{U_n}$$

10. Напряжение обратной последовательности у потребителя U_2 , ток обратной последовательности у которого \dot{I}_2 , равен (входное сопротивление обратной последовательности – Z_2 , номинальное напряжение \dot{U}_n) равно

$$- \dot{I}_2 Z_2$$

$$- \dot{U}_n - \dot{I}_2 Z_2$$

$$- \frac{I_2 Z_2}{U_n}$$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Напряжение n -гармоники у потребителя U_n , генерируемый ток n -гармоники которого I_n , равен (входное сопротивление для n -гармоники - Z_n , номинальное напряжение U_n)

$$U_n = I_n Z_n$$

$$I_n Z_n$$

$$\frac{I_n Z_n}{U_n}$$

2. Почему установки поперечной емкостной компенсации реактивной мощности (КУ) на тяговых подстанциях переменного тока настраивают на резонансную частоту менее 150 Гц (обычно 135 – 142 Гц), а не на 150 Гц?

- для ограничения токов 150 Гц в КУ
- для ограничения токов 150 Гц в тяговом трансформаторе
- для ограничения токов 150 Гц в системе внешнего электроснабжения

3. На какую резонансную частоту настраивают КУ на шинах 10 кВ тяговой подстанции постоянного тока

- 150 Гц
- 250 Гц
- 350 Гц

4. Какие гармоники тока наибольшего значения присутствуют в тяговой сети переменного тока

- 150, 250 Гц
- 100, 200 Гц
- 250, 350 Гц

5. Какие наибольшие значения высших гармоник напряжения присутствуют на шинах 3,3 кВ тяговой подстанции постоянного тока (при шестипульсовом выпрямлении)

- 250, 350 Гц
- 300, 600 Гц

- 600, 900 Гц

6. Для чего реализуется группирование проводников в жгуты ?

Группирование проводников в жгуты производится с целью предотвращения возможности наличия в одном жгуте проводников, чувствительных РП и мощных ИП. Группирование кабелей проводится так, чтобы в одну группу входили только проводники, соответствующие одному классу, или, если это не представляется возможным, проводники ближайших классов.

7. Что такое электромагнитный экран?

Электромагнитный экран – это устройство, которое ослабляет электромагнитное поле в ограниченной части пространства или, наоборот, в окружающем пространстве, если источник помех находится внутри экрана.

8. Что происходит при уменьшении длины волны с эффективностью экрана с отверстиями?

При уменьшении длины волны эффективность экранирования экрана с отверстиями ухудшается.

9. Назначение защитного заземления?

Назначение защитных заземлений - обеспечение эквипотенциальности элементов конструкции при потенциале, равном или близком к потенциалу «земли». Цепи заземления при этом должны иметь малое сопротивление для опасных токов, которые по тем или иным причинам (при аварийных ситуациях, воздействиях молний и т.п.) могут возникать в РЭС. Как правило, защитные заземления должны иметь хороший низкоомный контакт с «землей».

10. Какие требования предъявляются к заземляющим контактам?

Как правило, защитные заземления должны иметь хороший низкоомный контакт с «землей».

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Что является источниками и рецепторами промышленных помех при анализе внутри объектовой ЭМС?

2. Что является источниками и рецепторами промышленных помех при анализе внутри аппаратной ЭМС?

3. В чем заключаются отличия оценки ЭМС для промышленных помех от преднамеренных электромагнитных помех ?

4. Являются ли экспериментальные методы анализа ЭМС основным инструментом при измерения параметров ЭМС?

5. Что является составляющими погрешности измерения при экспериментальной оценке ЭМС?

6. Какая из составляющих погрешности имеет значительные отличия от

традиционных измерений ?

7. Что включают в себя методы, используемые для экспериментальных оценок ЭМС?

8. Как, по мере завершения разработки и перехода к стадиям производства и эксплуатации ведут себя эффективность и стоимость борьбы с помехами?

9. На каких этапах жизненного цикла опросы обеспечения ЭМС должны максимально учитываться?

10. Что такое организационно-техническая мера обеспечения ЭМС?

11. На чем базируются системотехнические меры обеспечения ЭМС?

12. Какие есть группы схемотехнических мер обеспечения ЭМС?

13. Какие есть конструкторско-технологические меры обеспечения ЭМС?

14. Что регламентируют стандарты, относящиеся к параметрам ЭМС?

15. Что должны охватывать стандарты в области ЭМС? ...

16. Необходима ли координация на международном уровне для стандартов ЭМС?

17. Что понимается под системой в электромагнитной совместимости?

18. Содержание схемотехнических мер обеспечения ЭМС составляют?

19. Что положено в основу метода компенсации помех?

20. Что используется для задач фильтрации помех?

21. В чем заключается цель принятия конструкторско-технологических мер обеспечения ЭМС?

22. Затрагивают ли конструкторско-технологические меры принцип действия устройств и их принципиальные схемы?

23. Какие две группы обеспечения ЭМС конструкторско-технологическими мерами Вы знаете?

24. Нормирование качества электроэнергии в РФ в соответствии с действующим за

25. Показатели и нормы качества электрической энергии

26. Продолжительные изменения характеристик напряжения

27. Отклонение частоты

- 28. Медленные изменения напряжения.....
- 29. Колебания напряжения и фликер
- 30. Несинусоидальность напряжения
- 31. Несимметрия напряжений в трехфазных системах
- 32. Случайные события и прерывания напряжения.....
- 33. Провалы напряжения и перенапряжения
- 34. Импульсные напряжения
- 35.Классификация электроприемников.....
- 36.Классификация потребителей электрической энергии.....
- 37.Характеристики электроприемников.....
- 38.Характерные приемники электроэнергии
- 39.Коммунально-бытовые приемники и потребители электроэнергии
- 40. Сельскохозяйственные потребители электроэнергии
- 41. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 7 баллов, задача оценивается в 6 баллов (3 балла за верное решение и 3 балла за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

- 1.Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
- 2.Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов
- 3.Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.
- 4.Оценка«Отлично»ставится,еслистудентнабралот16до20баллов.)

7.2.7Паспорт оценочных материалов

№п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Кодконтролируемойкомпетенции	Наименованиеоценочногосредства
1	Нормирование качества электроэнергии	ПК-2, УК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Показатели и нормы качества электрической энергии	ПК-2, УК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к

			курсовому проекту....
3	Характеристики напряжения, частоты	ПК-2, УК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Колебания, несинусоидальность и несимметрия напряжений	ПК-2, УК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Средства повышения качества электроэнергии	ПК-2, УК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Энергосберегающие технологии улучшения ЭМС	ПК-2, УК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНОМЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Зайцев, А.И. Энергосберегающие технологии в распределенных электроэнергетических сетях: Монография / А. И. Зайцев, В. Н. Крысанов. - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 224 с. - ISBN 978-5-7731-0458-2.
2. Крысанов, В.Н. Программно-аппаратное обеспечение систем управления ЭЭС на базе технологии FACTS : Монография / В. Н. Крысанов. - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 232 с.
3. Аппаратно-программное управление режимами узлов нагрузки региональных сетей электроснабжения с помощью статических устройств [Текст] : монография / Крысанов В.Н.; ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017. - 234 с.- ISBN 978-5-7731-0521-3 : 105-96222.
4. Крысанов, В.Н. Основы проектирования электрических приводов : Учеб. пособие / В. Н. Крысанов. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 135 с.
5. Крысанов, В.Н. Электропривод в современных технологиях [Текст] : лабораторный практикум / Крысанов В. Н., Иванов К. В. ; ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2019. - 92 с. : ил. - ISBN 978-5-7731-0741-5.
6. Симаков Г.М. Специальные разделы теории электропривода : учебное пособие / Симаков Г.М., Филюшов Ю.П.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 124 с. — ISBN 978-5-7782-4074-2. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98739.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
7. Абакумов, А. М. Энергосбережение в нерегулируемом электроприводе : учебное пособие / А. М. Абакумов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 79 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105097.html>. — Режим доступа: для авторизир.

пользователей

8. Мещеряков, В. Н. Электрический привод. Ч.4. Энергетика электропривода: учебное пособие / В. Н. Мещеряков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 50 с. — ISBN 978-5-88247-969-4 (ч.4), 978-5-88247-668-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99157.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

9. Мещеряков, В. Н. Энергосбережение в электроэнергетике и электроприводе : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Энергосберегающие технологии» для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / В. Н. Мещеряков, Л. Н. Языкова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 28 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/74425.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение

1. LibreOffice;
2. Apache OpenOffice 4.1.11;
3. Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic;
4. ABBYY FineReader 9.0;
5. FEMM 4.2;
6. SciLab;
7. MATLAB Classroom;
8. Simulink Classroom.

Отечественное ПО

1. «Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ»».

2. Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиатинтернет»».

3. Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ).

4. Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной

электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

1. <http://window.edu.ru>

2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

1. Электротехника. Сайт об электротехнике

Адрес ресурса: <https://electrono.ru>

2. Электротехнический портал

<http://электротехнический-портал.рф/>

3. Силовая электроника для любителей и профессионалов

<http://www.multikonelectronics.com/>

4. Netelectro

Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации.

Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

5. Marketelectro

Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг.

Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

6. Электромеханика

Адрес ресурса: <https://www.electromechanics.ru/>

7. Electrical 4U

Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник»

Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>

8. All about circuits

Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация

Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>

9. Библиотека ООО «Электропоставка»

Адрес ресурса: <https://elektropostavka.ru/library>

10. Электрик

Адрес ресурса: <http://www.electrik.org/>

11. Чертижи.ru

Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

12. Электроспец

Адрес ресурса: <http://www.elektropspets.ru/index.php>

13. Библиотека

Адрес ресурса: WWER <http://lib.wwer.ru>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
2. Специализированная учебная лаборатория для исследования преобразователей электрической энергии

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

По дисциплине «Качество потребляемой электроэнергии и электромагнитная совместимость в электроприводах».

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета силовых электрических сетей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта обучающиеся должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой

	литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.