

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Я.Э. Шклярский

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль):	Энергоэффективность и обеспечение качества электрической энергии
Квалификация выпускника:	Магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	проф. Шклярский Я.Э.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Качество электрической энергии» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 147 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Энергоэффективность и обеспечение качества электрической энергии».

Составитель _____ д.т.н., проф. Шклярский Я.Э.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей электротехники от 31.01.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. Я.Э. Шклярский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- формирование у студентов базовых знаний в области проектирования, исследования, эксплуатации и управления режимами систем электроснабжения объектов различного назначения.

Основные задачи дисциплины:

- получение сведений об электроэнергетике, электропотреблении и электрических нагрузках;
- изучение способов канализации электроэнергии, конструкций и расчетов линий электропередачи;
- ознакомление с нормативными показателями качества электроэнергии и способами их регулирования;
- освоение методов расчета потерь мощности в системах электроснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Качество электрической энергии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Энергоэффективность и обеспечение качества электрической энергии», изучается во 2 семестре.

Дисциплина «Качество электрической энергии» является основополагающей для изучения дисциплины «Энергосберегающие технологии» и подготовки выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Качество электрической энергии» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследования.	ПКС-1	ПКС-1.1. Анализирует состояние и динамику показателей качества объектов деятельности ПКС-1.2. Создает математические модели объектов профессиональной деятельности. ПКС-1.3. Разрабатывает планы и программы проведения исследований; ПКС-1.4. Анализирует и синтезирует объекты профессиональной деятельности.
Способен проводить испытания и измерение параметров оборудования электрических сетей	ПКС-4	ПКС-4.1 Выполняет испытание и измерение параметров электрооборудования ПКС - 4.2 Выполняет анализ информации по результатам испытаний и измерения параметров оборудования электрических сетей

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 7 зачётных единицы, 252 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	108	108
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	72	72
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	108	108
Выполнение курсовой работы (проекта)	58	58
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	30	30
Подготовка к лабораторным занятиям	20	20
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	36 (Э)	36 (Э)
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак. час.	252
	зач. ед.	7

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа
Раздел 1 «Обеспечение качества электроэнергии»	116	10	36	10	68
Раздел 2 «Современные методы определения долевых вкладов потребителей»	100	8	36	8	40
ВСЕГО:	216	18	72	18	108
Подготовка к экзамену	36				
Итого:	252				

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1. «Обеспечение	Показатели качества электрической энергии. Отклонение частоты. Отклонение напряжения.	9

№ п/п	Разделы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	качества электроэнергии»	Фликер. Высшие гармонические составляющие. Методы поддержания качества электрической энергии. Фильтры. Методы математического описания средств поддержания качества электрической энергии.	
2	Раздел 2. «Современные методы определения долевых вкладов потребителей»	Метод активного двухполюсника. Метод мощности искажений. Метод трансформатора. Метод фильтрации. Мощностный метод. Методы определения долевых вкладов потребителей в искажения напряжения.	9
Итого:			18

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Метод наложения на примере простой электрической цепи. Математические аспекты разложения сигналов в ряд Фурье. Расчет показателей качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013. Построение спектра гармоник на основании предложенного искаженного сигнала. Анализ спектра гармоник. Моделирование работы СНЭЭ с применением ОИС «База данных технических характеристик аккумуляторов, применимых в газовой промышленности» №2024621477, ОИС «База данных технических характеристик суперконденсаторов, применимых в газовой промышленности» №2024621578, ОИС «Программа по управлению системой накопления электроэнергии в составе электротехнических комплексов» №2024618392	36
2	Раздел 2	Метод реактивной мощности в среде Matlab Simulink. Метод мощности искажений в среде Matlab Simulink. Метод входного сопротивления системы в среде Matlab Simulink. Метод трансформаторов в среде Matlab Simulink. Метод сравнения проекций тока и напряжения в среде Matlab Simulink.	36
Итого:			72

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Измерение показателей качества электроэнергии на модели осветительной линии	4
		Измерение показателей качества электроэнергии на модели осветительной линии. Обработка результатов в виртуальной среде	2
		Разработка фильтра для снижения ТНД для модели осветительной линии	6
2	Раздел 2	Изучение принципов работы активного фильтра	6
Итого:			18

4.2.5. Курсовые работы

Примерные темы курсовых работ

№ п/п	Темы курсовых работ
1	Разработка простейшего фильтра для модели потребителя с активно-индуктивной и нелинейной нагрузкой
2	Разработка простейшего фильтра для модели уличной осветительной сети
3	Разработка простейшего фильтра для модели потребителя с нелинейной нагрузкой

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические работы. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного

приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Обеспечение качества электроэнергии.

1. На территории какой энергосистемы расположен Санкт-Петербург?
2. Для чего в энергосистеме используются вставки постоянного тока?
3. Какая главная функция полупроводниковых выпрямителей?
4. Как рассчитать амплитудное значение напряжения, зная действующее?
5. Как рассчитать фазное значение напряжения, зная линейное?
6. Что такое живучесть энергосистемы?
7. Что такое лавина частоты?
8. Что такое надежность работы энергосистемы?
9. Какова максимальная длительность перенапряжения?
10. Какова величина порогового значения начала прерывания напряжения?

Раздел 2. Современные методы определения долевых вкладов потребителей.

1. Какая основная исследовательская задача стоит перед учеными, занятыми в сфере высших гармонических составляющих?
2. Какие мероприятия не применяются для компенсации искажений, вызванных гармоническими составляющими?
3. До какого порядка учитываются гармонические составляющие при расчете коэффициентов гармонических составляющих?
4. Какие методы используются для расчета электрических цепей?
5. Какие методы используются для определения долевых вкладов потребителей?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

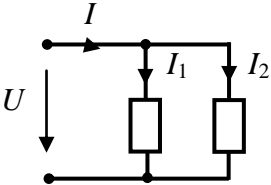
1. Запишите верную формулировку второго закона Кирхгофа.
2. Запишите верную формулировку закона Ома.
3. Какова величина порогового значения провала напряжения?
4. Какова величина порогового значения начала прерывания напряжения?
5. Что такое надежность энергосистемы?
6. Что такое сальдо перетоков мощности?
7. Каков принцип действия АЧР?
8. По какому порядку отключаются потребители АЧР?
9. Запишите верную формулировку первого закона Кирхгофа.
10. Запишите формулу для коэффициента суммарных гармонических составляющих.
11. Запишите формулу для коэффициента гармонических составляющих.
12. Что такое точка общего присоединения?
13. Что такое низкое напряжение?
14. Что такое среднее напряжение?
15. Что такое высокое напряжение?
16. Каковы нормативные уровни напряжения?
17. Что такое провал напряжения?

18. Что такое прерывание напряжения?
19. Запишите формулу положительного отклонения напряжения.
20. Запишите формулу отрицательного отклонения напряжения.
21. Какие существуют дозы фликера?
22. Какие бывают виды перенапряжений?
23. Как перенапряжения влияют на сеть?
24. Какая нагрузка влияет на возникновение высших гармонических составляющих?
25. Какую характеристику имеет фильтр высоких частот?
26. Какую характеристику имеет фильтр низких частот?
27. Какую характеристику имеет фильтр полосовой?
28. Какую характеристику имеет фильтр заградительный?
29. Каков принцип работы активного фильтра?
30. Каков принцип работы пассивного фильтра?

6.2.3. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Выберите верную формулировку закона Ома:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $U=R/I$; 2. $U=I \cdot R$; 3. $R=U \cdot I$; 1. 4. $I=R/U$;
2.	Выберите верную формулировку первого закона Кирхгофа:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\int_j^n I_j = 0$; 2. $\sum_{i=1}^n I_i = 0$; 3. $\sum_{i=1}^n U_i = 0$; 4. $\int_j^n I_j/2 = 0$;
3.	Выберите верную формулировку второго закона Кирхгофа:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^n E_i$; 2. $\sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n E_i$; 3. $\sum_{i=1}^n I_i/R_i = \sum_{i=1}^n E_i$; 4. $\sum_i^n E_i = 1$;
4.	Какой метод используется для расчета электрических цепей?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод узловых мощностей. 2. Метод эквивалентных нагрузок. 3. Метод контурных напряжений. 4. Метод эквивалентного генератора.
5.	Какой метод используется для расчета электрических цепей?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод узловых нагрузок. 2. Метод эквивалентных токов. 3. Метод контурных токов. 4. Метод эквивалентной мощности.
6.	Укажите единицы измерения силы тока:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гц; 2. А; 3. Вт; 4. В.
7.	Укажите единицы измерения напряжения:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гц; 2. А; 3. Вт; 4. В.
8.	Укажите единицы измерения частоты:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гц; 2. А; 3. Вт; 4. В.

9.	Укажите верную формулировку первого закона Кирхгофа:	<ol style="list-style-type: none"> 1. алгебраическая сумма всех токов втекающих и вытекающих из узла равна нулю; 2. алгебраическая сумма всех токов в узле электрической цепи не равна нулю; 2. алгебраическая сумма всех токов в узле электрической цепи равна бесконечности; 2. произведение всех токов в узле электрической цепи равна бесконечности.
10.	<p>Дано: $I = 5 \text{ А}$; $I_1 = 3 \text{ А}$; $U = 100 \text{ В}$. Определите мощность в сопротивлении R_2 в ваттах (Вт).</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 100. 2. 300. 3. 500. 4. 200.
11.	Электроэнергия, поставляемая потребителям, должна иметь качество, регламентируемое ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ПУЭ; 2. ГОСТ 32144-2013; 3. ПТЭ; 4. ГОСТ 14209-85.
12.	Укажите допустимые (до предельного) значения коэффициента суммарных гармонических составляющих для уровня напряжения 0,4 кВ:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 11%; 2. 10%; 3. 7%; 1. 4. все варианты верны.
13.	Укажите верную характеристику для понятия «интергармоник»:	<ol style="list-style-type: none"> 1. возникают на частотах кратных частоте основной гармоники; 2. возникают на частотах ниже частоты основной гармоники; 3. возникают на частотах не кратных частоте основной гармоники; 4. возникают на частотах кратных половине частоты основной гармоники.
14.	Отклонения частоты в энергосистеме в течение 100 % времени интервала в одну неделю не должны превышать:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,5 Гц; 2. 0,2 Гц; 3. 0,4 Гц; 4. 1 Гц.
15.	Какой термин не используется для классификации фильтров?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пассивные. 2. Режекторные. 3. Г-образные. 4. Автономные.
16.	Какой термин не используется для классификации фильтров?	<ol style="list-style-type: none"> 1. П-образные. 2. Импульсные. 3. Активные. 4. Пассивные.

17.	Выберите верную формулу для коэффициента суммарных гармонических составляющих:	$1. K_U = \frac{\sqrt{U_{(2)}^2 + U_{(3)}^2 + \dots + U_{(40)}^2}}{U_{(1)}} \cdot 100\%;$ $2. K_U = \frac{\sqrt{U_{(2)}^2 + U_{(3)}^2}}{U_{(1)}} \cdot 100\%;$ $3. K_U = \frac{U_{(n)}}{U_{(1)}} \cdot 100\%;$ $4. K_U = \frac{\sqrt{U_{(n)}^2}}{U_{(1)}} \cdot 100\%.$
18.	Точка общего присоединения – это	<p>1. электрически ближайшая к конкретной нагрузке пользователя сети точка, к которой присоединены нагрузки других пользователей сети;</p> <p>2. точка подключения всех потребителей промышленного предприятия на трансформаторной подстанции;</p> <p>3. точка электрической сети к которой можно осуществить подключение при проектировании системы энергоснабжения и к которой не подключены другие потребители;</p> <p>4. точка электрической сети, к которой подключена система заземления здания.</p>
19.	Низкое напряжение – это	<p>1. напряжение, номинальное среднеквадратическое значение которого не превышает 1 кВ;</p> <p>2. напряжение уровня 0,4 кВ;</p> <p>3. напряжение бытовых потребителей;</p> <p>4. напряжение уровня 220 В.</p>
20.	Прерывание напряжения – это	<p>1. ситуация, при которой напряжение в точке передачи электрической энергии меньше 5% опорного напряжения;</p> <p>2. ситуация, при которой напряжение в точке передачи электрической энергии отсутствует;</p> <p>3. ситуация, при которой напряжение в точке передачи электрической энергии равно 0 В;</p> <p>4. ситуация, при которой напряжение в точке передачи электрической энергии резко снижается до уровня ниже 50% от номинального.</p>

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Как расшифровывается аббревиатура РДУ?	<p>1. Региональное диспетчерское управление.</p> <p>2. Рационально е диспетчерское управление.</p> <p>3. Русифицированная дополненная унификация.</p> <p>1. 4. Районное диспетчерское управление.</p>
2	Как расшифровывается аббревиатура АЧР?	<p>1. Автоматическая частотная разгрузка.</p> <p>2. Автоматизированный частотный резерв.</p> <p>3. Аннулированная частотная разгрузка.</p> <p>4. Асинхронный частотный резерв.</p>

3	Кто в ЕЭС РФ осуществляет регулирование частоты и уровня напряжения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. СО ЕЭС. 2. Котельные. 3. Электростанции. 4. Резервные электростанции.
4	Какая организация в ЕЭС РФ занимается обслуживанием сетевого комплекса?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ФСК Россети. 2. СО ЕЭС. 3. ТГК. 4. ИнтерРАО.
5	Нагрузочный резерв мощности энергосистемы – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. резерв мощности, необходимый для восприятия случайных колебаний нагрузки и регулирования частоты в энергосистеме; 2. резерв мощности, необходимый для выполнения аварийного понижения генерирующей мощности в энергосистеме; 3. резерв мощности, необходимый для размещения мощности оборудования, выведенного в плановый ремонт; 4. резерв мощности, необходимый для обеспечения нормальной работы энергосистемы в процессе ее развития и эксплуатации;
6	Как измерить фазное напряжение?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фазное напряжение измеряется подключением измерительных клемм между фазным проводником и нулевым проводником. 2. Фазное напряжение измеряется подключением измерительных клемм между двумя фазными проводниками. 3. Фазное напряжение измеряется подключением измерительных клемм между тремя фазными проводниками. 3. Фазное напряжение измеряется подключением измерительных клемм между нейтральным и нулевым проводом.
7	Как измерить линейное напряжение?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Линейное напряжение измеряется подключением измерительных клемм между фазным проводником и нулевым проводником. 2. Линейное напряжение измеряется подключением измерительных клемм между двумя фазными проводниками. 3. Линейное напряжение измеряется подключением измерительных клемм между тремя фазными проводниками. 3. Линейное напряжение измеряется подключением измерительных клемм между нейтральным и нулевым проводом.
8	Какого вида гармонических составляющих не существует?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Интергармоники. 2. Канонические гармоники. 3. Продольные гармоники. 4. Субгармоники.

9	Чем обусловлены гармонические составляющие напряжения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Несимметричной нагрузкой. 2. Перенапряжениями. 3. Токами короткого замыкания. 4. Нелинейностью нагрузки.
10	Какое допущение принимается при моделировании преобразователя частоты, в состав которого входят неуправляемый выпрямитель и автономный инвертор напряжения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Об идеальности. 2. Об идеальности ключей. 3. Об идеальности нагрузки. 4. Об идеальности выходного усилителя.
11	Какие типы выпрямителей используются в низковольтных электроприводах малой мощности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 6 пульсный. 2. 12 пульсный. 3. 18 пульсный. 4. 24 пульсный.
12	Сколько диодов входит в состав 6 пульсного выпрямителя?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 6. 2. 12. 3. 18. 4. 24.
13	Сколько диодов входит в состав 12 пульсного выпрямителя?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 6. 2. 12. 3. 18. 4. 24.
14	Выберите ПКЭ, относящийся к гармоническим составляющим:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение напряжения; 2. Доза фликера; 3. Суммарный коэффициент гармонических составляющих; 4. Отклонение частоты.
15	По какой физической величине производится оценка искажений, вызываемых гармоническими составляющими?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ток. 2. Напряжение. 3. Мощность. 4. Сопротивление.
16	Выберите ПКЭ, относящийся к гармоническим составляющим:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение напряжения; 2. Коэффициент формы; 3. Коэффициент гармонических составляющих; 4. Глубина провала напряжения.
17	За счет чего возникают потери при наличии высших гармонических составляющих?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нагрев оборудования из-за изменения величин электрических сопротивлений. 2. Повышенное трение в подшипниках вращающихся механизмов. 3. Возникновение электрической дуги. 4. Искровой разряд.
18	Значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих, усредненных на интервале времени 10 минут, в течение 95% времени интервала в 1 неделю для сетей 0,4 кВ не должны превышать значения:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 8%; 2. 10%; 3. 4%; 4. 100%.

19	Значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих, усредненных на интервале времени 10 минут, в течение 100% времени интервала в 1 неделю для сетей 0,4 кВ не должны превышать значения:	1. 12%; 2. 150%; 3. 13%; 4. 100%.
20	Допустимые уровни каких видов гармонических составляющих нормируются ГОСТ?	1. Субгармоники. 2. Интергармоники. 3. Высшие гармоники. 4. Неканонические гармоники.

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Какой буквой обозначается реактивное сопротивление?	1. R. 2. X. 3. Z. 4. N.
2	Какой буквой обозначается активное сопротивление?	1. R. 2. X. 3. Z. 4. N.
3	Номинальные напряжения электроприемников?	1. 380В, 660В, 1140В, 6000В, 10000В. 2. 690В, 10500В, 21000В. 3. 400В, 690В, 6300В. 4. 230В 690В, 1160В, 10500В.
4	Провал напряжения – это	1. временное уменьшение напряжения в конкретной точке электрической системы ниже установленного порогового значения; 2. уменьшение напряжения в электрической системе до порогового значения; 3. ситуация, при которой напряжение в точке передачи электрической энергии меньше 5% опорного напряжения; 4. ситуация, при которой напряжение в точке передачи электрической энергии равно 0 В.
5	Качество электрической энергии – это	1. степень соответствия характеристик электрической энергии в данной точке электрической системы совокупности нормированных показателей КЭ; 2. соответствие значений ПКЭ регламентированным; 3. система показателей определяющих нормы обеспечения потребителей электроэнергией; 4. степень несоответствия напряжения и тока регламентированным ГОСТом нормам.
6	Что обозначает аббревиатура ПКЭ?	1. Показатели качества электроэнергии. 2. Показатель коэффициента энергии. 3. Показатель качества энергии. 4. Признак качественного энергоснабжения.

7	Что обозначает аббревиатура КЭ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Качество электроэнергии. 2. Качество энергоэффективности. 3. Количество электроэнергии. 4. Коэффициент энергоэффективности.
8	Как называется ПКЭ, связанный с частотой?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изменение частоты. 2. Относительное изменение частоты. 3. Отклонение частоты. 4. Провал частоты.
9	Выберите формулу для отклонения частоты:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Delta f = f_m - f_{nom}$; 2. $\Delta f = f_m + f_{nom}$; 3. $\Delta f = f_m / f_{nom}$; 4. $\Delta f = f_m \cdot f_{nom}$.
10	Выберите формулу для отрицательного отклонения напряжения:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\delta U_{(-)} = [(U_0 - U_{m(-)}) / U_0] \cdot 100$; 2. $\delta U_{(+)} = [(U_0 + U_{m(+)}) / U_0] \cdot 100$; 3. $\delta U_{(-)} = [(U_0 + U_{m(+)}) / U_0] \cdot 100$; 4. $\delta U_{(-)} = [(U_0 - U_{m(+)}) / U_0] \cdot 100$.
11	Выберите ПКЭ, связанный с несимметрией напряжения:	<ol style="list-style-type: none"> 1. коэффициент несимметрии по нулевой последовательности; 2. коэффициент симметрии; 3. коэффициент равномерности; 4. коэффициент формы.
12	Выберите ПКЭ, связанный с несимметрией напряжения:	<ol style="list-style-type: none"> 1. коэффициент несимметрии по обратной последовательности; 2. коэффициент симметрии; 3. коэффициент равномерности; 4. коэффициент формы.
13	Коэффициенты несимметрии напряжений в течение 95% времени интервала в одну неделю, усредненные в интервале времени 10 мин в точке передачи электрической энергии не должны превышать:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 100%; 2. 50%; 3. 10%; 4. 2%.
14	Коэффициенты несимметрии напряжений в течение 100% времени интервала в одну неделю, усредненные в интервале времени 10 мин в точке передачи электрической энергии не должны превышать:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 100%; 2. 500%; 3. 10%; 4. 4%.
15	Какова величина порогового значения начала прерывания напряжения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1% от опорного. 2. 100% от опорного. 3. 5% от опорного. 4. 80% от опорного.
16	Какова максимальная длительность провала напряжения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 минуты. 2. 1 час. 3. 115 минут. 4. 1 минута.
17	Какова максимальная длительность перенапряжения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 минуты. 2. 1 час. 3. 115 минут. 4. 1 минута.

18	Какой вид перенапряжений существует?	1. Индукционные. 2. Дуговые. 3. Огибающие. 4. Атмосферные.
19	Какой вид перенапряжений существует?	1. Индукционные. 2. Дуговые. 3. Огибающие. 4. Коммутационные.
20	Какой вид нагрузки преобладает в энергосистеме РФ?	1. Активная. 2. Емкостная. 3. Резистивно-емкостная. 4. Активно-индуктивная.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Лэм Г. Аналоговые и цифровые фильтры. Москва: МИР 1982.
2. *Абрамович Б.Н.* Специальные вопросы устройства систем электроснабжения. Надежность систем электроснабжения. СПб.: Изд. СПГГИ, 1997 г.
3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ. 7-е изд.). -М.: ЭНАС, 2003.
4. *Нефедова Н.В., Каменев П.М., Лакота О.Б.* Электротехника. Методические указания и контрольные задания для студентов всех форм обучения технологических специальностей/СПГГИ (ТУ), 2004 г.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 304 с.
2. Бирюлин, В. И. Мониторинг качества электроэнергии / В. И. Бирюлин, Д. В. Куделина. – Вологда : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Инфра-Инженерия", 2023. – 144 с. – ISBN 978-5-9729-1247-6. – EDN OWCRNO.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Бирюлин, В. И. Качество электрической энергии и управление им : Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», а также для специалистов, занимающихся проектированием и эксплуатацией систем электроснабжения. / В. И. Бирюлин, Д. В. Куделина. – Вологда : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Инфра-Инженерия", 2024. – 104 с. – ISBN 978-5-9729-1597-2. – EDN QSWXEK.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
<https://e.lanbook.com/books>
2. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
<http://elibrary.rsl.ru/>
3. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
5. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

6. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
7. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
8. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
9. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
10. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
11. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
12. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории кафедры ОЭ оснащены необходимым оборудованием и компьютерной техникой, необходимой для проведения занятий по дисциплине.

Аудитория для проведения лекционных занятий.

Оснащенность помещения: 30 посадочных мест, стол – 16 шт., стул – 32 шт., доска маркерная - 1 шт.

Аудитория для проведения лабораторных занятий.

Оснащенность помещения: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 Standard, Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012.

Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional, Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт.,

моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1.

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMATH Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 11 Professional.
2. Microsoft Office 2019 Standard.
3. Microsoft Office 2019 Professional Plus.
4. MatLab Simulink.
6. MathCad Education.