

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА»**

филиал КузГТУ в г. Прокопьевске

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала

Е.Ю. Пудов

« 24 » 05 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Компенсация реактивной мощности

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) 01 Электроснабжение

Присваиваемая квалификация
«бакалавр»

Формы обучения
очная, заочная

Прокопьевск 2024г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологии и комплексной механизации горных работ

Протокол № 9 от «25» 04 2024 г.

Заведующий кафедрой
Технологии и комплексной механизации
горных работ

В.Н. Шахманов

Согласовано учебно-методической комиссией
Протокол № 10 от «24» 05 2024 г.

Председатель учебно-методической комиссией

Е.С. Голикова

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине "Компенсация реактивной мощности", соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование:
профессиональных компетенций:

ПК-2 - Способен организовывать работу подчиненных работников по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи

ПК-4 - Способен организовывать работу подчиненных работников по ремонту и техническому обслуживанию воздушных линий электропередачи

Результаты обучения по дисциплине определяются индикаторами достижения компетенций

Индикатор(ы) достижения:

Осуществляет распределение производственных задач для подчиненных работников, расстановку их по участкам, бригадам, обслуживаемым кабельным линиям электропередачи, направлениям деятельности и обеспечение рабочих мест нормативными правовыми актами, локальными актами организации, технической, методической, проектной документацией.

-

- Контролирует сроки и качество работ подчиненных работников по ремонту и техническому обслуживанию кабельных линий электропередачи, соблюдение работниками производственной и трудовой дисциплины, своевременности прохождения ими проверки знаний и медицинских осмотров, наличие у них документов для допуска к работам.

-

- Осуществляет организацию и контроль соблюдения подчиненными работниками требований промышленной, пожарной, экологической безопасности и охраны труда в процессе работы, принятие мер по устранению выявленных нарушений на кабельных линиях электропередачи.

Осуществляет распределение производственных задач для подчиненных работников, расстановку их по участкам, бригадам, обслуживаемым воздушным линиям электропередачи, направлениям деятельности и обеспечение рабочих мест нормативными правовыми актами, локальными актами организации, технической, методической, проектной документацией.

-

- Контролирует сроки и качество работ подчиненных работников по ремонту и техническому обслуживанию воздушных линий электропередачи, соблюдение работниками производственной и трудовой дисциплины, своевременности прохождения ими проверки знаний и медицинских осмотров, наличие у них документов для допуска к работам.

-

- Осуществляет организацию и контроль соблюдения подчиненными работниками требований промышленной, пожарной, экологической безопасности и охраны труда в процессе работы, принятие мер по устранению выявленных нарушений на воздушных линиях электропередачи.

Результаты обучения по дисциплине:

Знать:

- основные понятия и определения в области компенсации реактивной мощности;
- особенности влияния реактивной мощности и компенсирующих устройств на технико-экономические показатели систем электроснабжения;
- основные причины увеличения потребления реактивной мощности электроприемниками;

Знать:

- общие подходы к решению задачи оптимизации выбора мощности и мест установки компенсирующих устройств в электрических сетях с применением средств прикладного программного обеспечения;
- причины и значение проведения мероприятий по компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения;
- основные организационные и технические мероприятия по компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения.

Уметь:

- применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и состояние электрических сетей после установки компенсирующих устройств;
- решать задачи оптимизации выбора мощности и мест установки компенсирующих устройств в



1711080214

электрических сетях с применением средств прикладного программного обеспечения;

- производить рациональный выбор организационных и технических мероприятий
- по компенсации реактивной мощности;

Уметь:

- определять потребление реактивной мощности электроприемниками на различных уровнях системы электроснабжения;

- определять оптимальные варианты размещения компенсирующих устройств в системах электроснабжения.

Владеть:

- методами создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и состояние электрических сетей в результате установки компенсирующих устройств;

- средствами прикладного программного обеспечения для решения различных инженерно-технических и экономических задач;

- методами расчета потерь электроэнергии в электрических сетях;

Владеть:

- принципами рационального выбора организационных и технических мероприятий по компенсации реактивной мощности;

- методами оптимизации выбора мощности и мест установки компенсирующих устройств;

- методами определения экономической эффективности мероприятий по компенсации реактивной мощности, осуществляемых в системах электроснабжения.

2 Место дисциплины "Компенсация реактивной мощности" в структуре ОПОП бакалавриата

Для освоения дисциплины необходимы знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности, полученные в рамках изучения следующих дисциплин: Математика, Теоретические основы электротехники, Электроэнергетические сети и системы, Энергосбережение, Основы электроснабжения.

Дисциплина входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП. Цель дисциплины - получение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, необходимых для формирования компетенций, указанных в пункте 1.

3 Объем дисциплины "Компенсация реактивной мощности" в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины "Компенсация реактивной мощности" составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Курс 4/Семестр 7			
Всего часов	144		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):			
Аудиторная работа			
Лекции	16		
Лабораторные занятия			
Практические занятия	16		
Внеаудиторная работа			
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Консультация и иные виды учебной деятельности			
Самостоятельная работа	76		
Форма промежуточной аттестации	экзамен /36		
Курс 5/Семестр 9			



1711080214

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Всего часов		144	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):			
Аудиторная работа			
Лекции		4	
Лабораторные занятия			
Практические занятия		4	
Внеаудиторная работа			
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Консультация и иные виды учебной деятельности			
Самостоятельная работа		127	
Форма промежуточной аттестации		экзамен /9	

4 Содержание дисциплины "Компенсация реактивной мощности", структурированное по разделам (темам)

4.1. Лекционные занятия

Раздел дисциплины, темы лекций и их содержание	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
1. Реактивная мощность в системах электроснабжения.			
1.1. Понятие о реактивной мощности и ее компенсации: - реактивная мощность в системах электроснабжения; - баланс активных и реактивных мощностей; - компенсация реактивной мощности.	2	0,5	-
1.2. Основные потребители реактивной мощности: - потребление реактивной мощности асинхронными двигателями и силовыми трансформаторами; - потребление реактивной мощности преобразовательными установками; - потребление реактивной мощности электропечными установками; - потребление реактивной мощности электросварочными установками; - потери реактивной мощности в линиях электропередачи; - потребление реактивной мощности осветительными установками.	2	0,5	-
1.3. Причины и значение проведения мероприятий по компенсации реактивной мощности: - влияние реактивной мощности на режим напряжения и качество электроэнергии; - влияние реактивной мощности на потери мощности и электроэнергии и пропускную способность электрических сетей.	2	0,5	-
2. Мероприятия по компенсации реактивной мощности.			
2.1. Организационные мероприятия по компенсации реактивной мощности: - правильный выбор электродвигателей по номинальной мощности и типу; - замена малозагруженных асинхронных двигателей электродвигателями меньшей номинальной мощности; - понижение напряжения электродвигателей, систематически работающих с малой загрузкой; - ограничение длительности холостого хода асинхронных двигателей; - повышение качества ремонта электродвигателей; - замена или отключение в период малых нагрузок силовых трансформаторов; - применение наиболее целесообразной силовой схемы и системы управления вентильных преобразователей.	2	0,5	-



1711080214

2.2. Технические мероприятия по компенсации реактивной мощности: - компенсирующие устройства; - виды компенсации реактивной мощности; - продольная и поперечная компенсация.	2	0,5	-
2.3. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях с нелинейной нагрузкой: - батареи конденсаторов в сетях с высшими гармониками; - защита батарей конденсаторов от высших гармоник; - фильтры высших гармоник в сетях с нелинейной нагрузкой; - фильтрокомпенсирующие устройства.	2	0,5	-
3. Выбор оптимальных режимов компенсации реактивной мощности в электрических сетях.			
3.1. Применение оптимизации к решению задачи компенсации реактивной мощности: - общая формулировка задачи оптимизации; - целевая функция; - методы оптимизации размещения компенсирующих устройств.	2	0,5	-
3.2. Взаимоотношения энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии в части потребления и генерации реактивной мощности: - нормативная документация в области компенсации реактивной мощности; - повышающие (понижающие) коэффициенты к тарифам на услуги по передаче электрической энергии в зависимости от соотношения потребления активной и реактивной мощности.	2	0,5	-

4.2. Практические занятия

Тема занятия	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
1. Организационные мероприятия по компенсации реактивной мощности, потребляемой асинхронными двигателями.	4	1	-
2. Организационные мероприятия по компенсации реактивной мощности, потребляемой силовыми трансформаторами.	4	1	-
3. Оптимизация размещения компенсирующих устройств в электрических сетях.	2	0,5	-
4. Выбор числа и мощности трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.	2	0,5	-
5. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях с нелинейной нагрузкой.	2	0,5	-
6. Нормативно-правовые основы взаимоотношений энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии в части компенсации реактивной мощности.	2	0,5	-

4.3. Самостоятельная работа студента и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Вид СРС	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Ознакомление с содержанием основной и дополнительной литературы, методических материалов, конспектов лекций для подготовки к занятиям	20	70	-
Оформление отчетов по практическим и(или) лабораторным работам	40	41	-



1711080214

Подготовка к промежуточной аттестации	16	16	-
Итого	76	127	-

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Компенсация реактивной мощности"

5.1 Паспорт фонда оценочных средств

Форма текущего контроля знаний, умений, навыков, необходимых для формирования соответствующей компетенции	Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Уровень
Тестирование, подготовка и защита отчетов по практическим работам	ПК-2	<p>Осуществляет распределение производственных задач для подчиненных работников, расстановку их по участкам, бригадам, обслуживаемым кабельным линиям электропередачи, направлениям деятельности и обеспечение рабочих мест нормативными правовыми актами, локальными актами организации, технической, методической, проектной документацией;</p> <p>контролирует сроки и качество работ подчиненных работников по ремонту и техническому обслуживанию кабельных линий электропередачи, соблюдение работниками производственной и трудовой дисциплины, своевременности прохождения ими проверки знаний и медицинских осмотров, наличие у них документов для допуска к работам;</p> <p>осуществляет организацию и контроль соблюдения подчиненными работниками требований промышленной, пожарной, экологической безопасности и охраны труда в процессе работы, принятие мер по устранению выявленных нарушений на кабельных линиях электропередачи.</p>	<p>Знать основные понятия и определения в области компенсации реактивной мощности; особенности влияния реактивной мощности и компенсирующих устройств на технико-экономические показатели систем электроснабжения; основные причины увеличения потребления реактивной мощности электроприемниками.</p> <p>Уметь применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и состояние электрических сетей после установки компенсирующих устройств; решать задачи оптимизации выбора мощности и мест установки компенсирующих устройств в электрических сетях с применением средств прикладного программного обеспечения; производить рациональный выбор организационных и технических мероприятий по компенсации реактивной мощности.</p> <p>Владеть методами создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и состояние электрических сетей в результате установки компенсирующих устройств; средствами прикладного программного обеспечения для решения различных инженерно-технических и экономических задач; методами расчета потерь электроэнергии в электрических сетях;.</p>	Высокий или средний



1711080214

Тестирование, подготовка и защита отчетов по практическим работам	ПК-4	<p>Осуществляет распределение производственных задач для подчиненных работников, расстановку их по участкам, бригадам, обслуживаемым воздушным линиям электропередачи, направлениям деятельности и обеспечение рабочих мест нормативными правовыми актами, локальными актами организации, технической, методической, проектной документацией;</p> <p>контролирует сроки и качество работ подчиненных работников по ремонту и техническому обслуживанию воздушных линий электропередачи, соблюдение работниками производственной и трудовой дисциплины, своевременности прохождения ими проверки знаний и медицинских осмотров, наличие у них документов для допуска к работам;</p> <p>осуществляет организацию и контроль соблюдения подчиненными работниками требований промышленной, пожарной, экологической безопасности и охраны труда в процессе работы, принятие мер по устранению выявленных нарушений на воздушных линиях электропередачи.</p>	<p>Знать общие подходы к решению задачи оптимизации выбора мощности и мест установки компенсирующих устройств в электрических сетях с применением средств прикладного программного обеспечения;</p> <p>причины и значение проведения мероприятий по компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения;</p> <p>основные организационные и технические мероприятия по компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения.</p> <p>Уметь определять потребление реактивной мощности электроприемниками на различных уровнях системы электроснабжения;</p> <p>определять оптимальные варианты размещения компенсирующих устройств в системах электроснабжения.</p> <p>Владеть принципами рационального выбора организационных и технических мероприятий по компенсации реактивной мощности;</p> <p>методами оптимизации выбора мощности и мест установки компенсирующих устройств;</p> <p>методами определения экономической эффективности мероприятий по компенсации реактивной мощности, осуществляемых в системах электроснабжения.</p>	Высокий или средний
<p>Высокий уровень достижения компетенции - компетенция сформирована частично, рекомендованная оценка - отлично или хорошо.</p> <p>Средний уровень достижения компетенции - компетенция сформирована частично, рекомендованная оценка - хорошо или удовлетворительно.</p> <p>Низкий уровень достижения компетенции - компетенция не сформирована частично, оценивается неудовлетворительно.</p>				

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

Текущий контроль успеваемости и аттестационные испытания обучающихся могут быть организованы с использованием ресурсов ЭИОС КузГТУ.

5.2.1. Оценочные средства при текущем контроле

Текущий контроль по темам дисциплины заключается в опросе обучающихся по контрольным вопросам, подготовке отчетов по практическим и(или) лабораторным работам и(или) тестированию.

Опрос по контрольным вопросам. При проведении текущего контроля обучающимся будет письменно, либо устно задано два вопроса, на которые они должны дать ответы.

Например:

1. Поясните термин "компенсация реактивной мощности".



1711080214

2. Поясните процесс потребления реактивной мощности асинхронными двигателями и силовыми трансформаторами.

Критерии оценивания:

- 90-100 баллов - при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 80-89 баллов - при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;
- 60-79 баллов - при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;
- 0-59 баллов - при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0-59	60-79	80-89	90-100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

Примерный перечень контрольных вопросов:

Раздел 1. Реактивная мощность в системах электроснабжения.

1. Какое назначение несет реактивная мощность в системах электроснабжения?
2. Поясните понятие "баланс активных и реактивных мощностей".
3. Поясните термин "компенсация реактивной мощности".
4. Поясните процесс потребления реактивной мощности асинхронными двигателями и силовыми трансформаторами.
5. Поясните процесс потребления реактивной мощности преобразовательными установками.
6. Поясните процесс потребления реактивной мощности электропечными установками.
7. Поясните процесс потребления реактивной мощности электросварочными установками.
8. Что представляют собой потери реактивной мощности в линиях электропередачи?
9. Поясните процесс потребления реактивной мощности осветительными установками.
10. Какое влияние оказывает реактивная мощность на режим напряжения и качество электроэнергии?
11. Каково влияние реактивной мощности на потери мощности и электроэнергии и пропускную способность электрических сетей?

Раздел 2. Мероприятия по компенсации реактивной мощности.

1. Как осуществляется правильный выбор электродвигателей по номинальной мощности и типу?
2. В каких случаях производится замена малозагруженных асинхронных двигателей электродвигателями меньшей номинальной мощности?
3. С какой целью производят понижение напряжения электродвигателей, систематически работающих с малой нагрузкой?
4. Как осуществляется ограничение длительности холостого хода асинхронных двигателей?
5. Как повышение качества ремонта электродвигателей влияет на потребление реактивной мощности?
6. В каких случаях производится замена или отключение в период малых нагрузок силовых трансформаторов?
7. Как осуществляется выбор наиболее целесообразной силовой схемы и системы управления вентиляльных преобразователей?
8. Охарактеризуйте основные компенсирующие устройства.
9. Назовите основные виды компенсации реактивной мощности.
10. Поясните термин "продольная и поперечная компенсация".
11. Каковы особенности работы батарей конденсаторов в сетях с высшими гармониками?
12. Как выполняется защита батарей конденсаторов от высших гармоник?
13. Что представляют собой фильтры высших гармоник в сетях с нелинейной нагрузкой?
14. Каково назначение и основные особенности фильтрокомпенсирующих устройств?

Раздел 3. Выбор оптимальных режимов компенсации реактивной мощности в электрических сетях.

1. Какова общая формулировка задачи оптимизации компенсации реактивной мощности в электрических сетях?
2. Что включает в себя целевая функция?



1711080214

3. Охарактеризуйте основные методы оптимизации размещения компенсирующих устройств.
4. Что включает в себя нормативная документация в области компенсации реактивной мощности?
5. Как устанавливаются повышающие (понижающие) коэффициенты к тарифам на услуги по передаче электрической энергии в зависимости от соотношения потребления активной и реактивной мощности?

Отчеты по лабораторным и (или) практическим работам (далее вместе - работы):

По каждой работе обучающиеся самостоятельно оформляют отчеты в электронном формате (согласно перечня лабораторных и(или) практических работ п.4 рабочей программы).

Содержание отчета:

1. Тема работы.
2. Задачи работы.
3. Краткое описание хода выполнения работы.
4. Ответы на задания или полученные результаты по окончании выполнения работы (в зависимости от задач, поставленных в п. 2).
5. Выводы.

Критерии оценивания:

- 60 - 100 баллов - при раскрытии всех разделов в полном объеме.
- 0 - 59 баллов - при раскрытии не всех разделов, либо при оформлении разделов в неполном объеме.

Количество баллов	0-59	60-100
Шкала оценивания	не зачтено	зачтено

Процедура защиты отчета по работам. Оценочными средствами для текущего контроля по защите отчетов являются контрольные вопросы (согласно перечня работ п. 4 рабочей программы). Обучающимся будет устно задано два вопроса, на которые они должны дать ответы.

Например:

1. Какие потребители могут выбрать первую ценовую категорию и как осуществляются расчеты по данной категории?
2. За счет чего достигается энергосбережение при отключении одного из трансформаторов в период минимальных нагрузок?

Критерии оценивания:

- 90-100 баллов - при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 80-89 баллов - при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;
- 60-79 баллов - при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;
- 0-59 баллов - при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0-59	60-79	80-89	90-100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

Примерный перечень вопросов к защите отчета по практическим работам:

Примерный перечень вопросов к защите отчета по практической работе № 1. Организационные мероприятия по компенсации реактивной мощности, потребляемой асинхронными двигателями.

1. Перечислите основные организационные мероприятия по компенсации реактивной мощности, потребляемой асинхронными двигателями.
2. Поясните процесс потребления реактивной мощности асинхронными двигателями.
3. Какое влияние оказывает нагрузка асинхронных двигателей на потребление ими реактивной мощности?
4. Какие первоочередные меры необходимо предпринимать при систематической недогрузке



1711080214

- асинхронных двигателей?
5. Как должен производиться рациональный выбор электродвигателей по номинальной мощности и типу?
 6. Поясните суть технико-экономического расчета целесообразности замены малозагруженных асинхронных двигателей электродвигателями меньшей номинальной мощности.
 7. В каких случаях следует производить снижение напряжения на зажимах электродвигателей, систематически работающих с малой нагрузкой?
 8. Перечислите основные способы снижения напряжения у малозагруженных асинхронных двигателей.
 9. Когда целесообразно производить ограничение длительности холостого хода асинхронных двигателей?
 10. Как влияет качество ремонта электродвигателей на потребление реактивной мощности?

Примерный перечень вопросов к защите отчета по практической работе № 2. Организационные мероприятия по компенсации реактивной мощности, потребляемой силовыми трансформаторами.

1. Поясните процесс потребления реактивной мощности силовыми трансформаторами.
2. Какое влияние оказывает нагрузка трансформаторов на потребление ими реактивной мощности?
3. Как определяется величина реактивной мощности, потребляемой трехфазными трансформаторами?
4. В каком диапазоне нагрузок силовых трансформаторов происходит значительное увеличение относительной величины потребляемой ими реактивной мощности?
5. Перечислите основные организационные мероприятия по компенсации реактивной мощности, потребляемой силовыми трансформаторами.
6. Какие первоочередные меры необходимо предпринимать при систематической недогрузке трансформаторов?
7. Как должен производиться рациональный выбор трансформаторов по номинальной мощности и типу?
8. Поясните суть расчета технико-экономической целесообразности замены малозагруженных силовых трансформаторов трансформаторами меньшей номинальной мощности.
9. От чего зависит величина потерь электроэнергии холостого хода трансформаторов?
10. Какие факторы оказывают влияние на величину нагрузочных потерь электроэнергии в трансформаторах?

Примерный перечень вопросов к защите отчета по практической работе № 3. Оптимизация размещения компенсирующих устройств в электрических сетях.

1. В чем заключаются технические мероприятия по компенсации реактивной мощности?
2. Какие компенсирующие устройства могут использоваться для компенсации реактивной мощности в промышленных электрических сетях?
3. Что называется комплектной конденсаторной установкой?
4. Перечислите основные достоинства и недостатки комплектных конденсаторных установок.
5. В чем состоят особенности синхронных двигателей как источников реактивной мощности?
6. Перечислите основные требования, предъявляемые к СТК.
7. Какие основные схемные решения используются в настоящее время при разработке СТК?
8. Поясните суть оптимизационного подхода к выбору мощности компенсирующих устройств.
9. Какие допущения обычно вводятся в задачу выбора оптимальной мощности компенсирующих устройств?
10. Какие способы компенсации реактивной мощности могут применяться в промышленных электрических сетях?
11. Каковы преимущества и недостатки различных способов компенсации реактивной мощности?
12. Поясните общую последовательность оптимизации размещения компенсирующих устройств с использованием метода Лагранжа в радиальных и магистральных сетях.

Примерный перечень вопросов к защите отчета по практической работе № 4. Выбор числа и мощности трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.

1. В чем заключается цель задачи выбора оптимальной мощности компенсирующих устройств?



1711080214

2. Приведите общую последовательность решения задачи выбора оптимальной мощности компенсирующих устройств.
3. Какие допущения вводятся в задачу выбора оптимальной мощности компенсирующих устройств?
4. Как записывается целевая функция при решении задачи выбора оптимальной мощности компенсирующих устройств по критерию минимума суммарных приведенных затрат?
5. От каких параметров зависит экономическое значение реактивной мощности, передаваемой по сети?
6. Как решается задача выбора оптимальной мощности компенсирующих устройств для сложной электрической сети?
7. Каковы преимущества размещения компенсирующих устройств на стороне низшего напряжения подстанций?
8. Почему выбор мощности компенсирующих устройств рекомендуется производить одновременно с выбором числа и мощности цеховых трансформаторов?
9. Перечислите этапы определения суммарной расчетной мощности низковольтных ККУ.
10. Поясните методику выбора числа и мощности цеховых трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.

Примерный перечень вопросов к защите отчета по практической работе № 5. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях с нелинейной нагрузкой.

1. В чем заключается отрицательное воздействие высших гармоник на системы электроснабжения?
2. Какое влияние высшие гармоники оказывают на работу компенсирующих устройств?
3. Как изменяются частотные характеристики питающей сети с нелинейной нагрузкой до и после включения компенсирующего устройства?
4. Каковы последствия перегрузки компенсирующих устройств токами высших гармоник?
5. Какие технические средства могут применяться для защиты компенсирующих устройств от высших гармоник?
6. Что представляет собой фильтр высших гармоник?
7. Как выбираются параметры фильтров высших гармоник?
8. Что называется фильтрокомпенсирующим устройством?
9. Приведите основные принципиальные схемы ФКУ.
10. Каковы основные достоинства ФКУ?

Примерный перечень вопросов к защите отчета по практической работе № 6. Нормативно-правовые основы взаимоотношений энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии в части компенсации реактивной мощности.

1. Как осуществлялось нормативно-правовое регулирование взаимоотношений ЭСО и потребителей электроэнергии в части компенсации реактивной мощности до 2001 г.?2. Какие требования устанавливают «Правила недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг» к потребителям электроэнергии в части потребления и генерации реактивной мощности?3. В каких случаях к потребителям применяется повышающий (понижающий) коэффициент к тарифам на услуги по передаче электрической энергии?4. Каковы действия сетевой организации и потребителя электроэнергии в случае выявления факта нарушения условий потребления реактивной мощности?5. Из каких составляющих складываются тарифы на услуги по передаче электрической энергии?6. Дайте характеристику основным способам установления нормативных значений коэффициентов реактивной мощности.7. Каковы предельные значения коэффициента реактивной мощности $\text{tg}\varphi$, потребляемой в часы больших суточных нагрузок электрической сети?8. Чему равно значение коэффициента реактивной мощности, генерируемой в часы малых суточных нагрузок сети?9. Какие параметры должны определяться в договоре энергоснабжения в случае участия потребителя по соглашению с сетевой организацией в регулировании реактивной мощности в часы больших и/или малых нагрузок электрической сети?10. Поясните общий принцип установления повышающих (понижающих) коэффициентов к тарифам на услуги по передаче электрической энергии в зависимости от соотношения потребления активной и реактивной мощности.



1711080214

Тестирование. Текущий контроль успеваемости, проводимый в форме тестирования, включает в себя 30 заданий.

Критерии оценивания:

- 90-100 баллов – при правильном ответе на 90-100% заданий;
- 80-89 баллов – при правильном ответе на 80-89% заданий;
- 60-79 баллов – при правильном ответе на 60-79% заданий;
- 0-59 баллов – при правильном ответе на 0-59% заданий.

Количество баллов	0-59	60-79	80-89	90-100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

Примеры тестовых заданий:

Раздел 1. Реактивная мощность в системах электроснабжения.

1. Реактивная мощность служит для создания:

- : постоянных магнитных полей в индуктивных электроприемниках;
- : активной мощности;
- + : переменных магнитных полей в индуктивных электроприемниках.

2. Что в общем случае понимается под компенсацией реактивной мощности?

- : снижение уровня потребления реактивной мощности электроприёмниками;
- : увеличение реактивной мощности, циркулирующей между источником и потребляющими ее электроприемниками;
- + : снижение реактивной мощности, циркулирующей между источником и потребляющими ее электроприемниками.

Раздел 2. Мероприятия по компенсации реактивной мощности.

1. В чем заключаются технические мероприятия по компенсации реактивной мощности?

- + : в установке компенсирующих устройств в соответствующих точках системы электроснабжения;
- : снижение реактивной мощности, потребляемой данными электроприемниками;
- : применение наиболее целесообразной силовой схемы и системы управления вентильных преобразователей.

2. Основные технические средства, с помощью которых может осуществляться компенсация реактивной мощности?

- : батареи конденсаторов, синхронные компенсаторы, асинхронные двигатели, статические тиристорные компенсаторы;
- + : батареи конденсаторов, синхронные компенсаторы, синхронные двигатели, статические тиристорные компенсаторы;
- : трансформаторы, синхронные компенсаторы, асинхронные двигатели, статические тиристорные компенсаторы.

Раздел 3. Выбор оптимальных режимов компенсации реактивной мощности в электрических сетях.

1. При выборе и размещении компенсирующих устройств в системах электроснабжения промышленных предприятий различают две группы промышленных электрических сетей в зависимости от состава их нагрузок:

- + : сети общего назначения и сети со специфическими нелинейными, несимметричными и



1711080214

резкопеременными нагрузками;

- : сети автономного электроснабжения и контактные сети;
- : сети технологических объектов и сети внутреннего назначения.

2. Устанавливаемые на шинах низкого напряжения главной понизительной подстанции (ГПП) промышленного предприятия компенсирующие устройства:

- : обеспечивают поддержание $\text{tg}\varphi$ системы;
- : уменьшают мощность силовых трансформаторов ГПП;
- +: всё вышеперечисленное.

Реферат:

Для текущего контроля знаний обучающихся предусмотрено составление реферата. Подготовка реферата заключается в самостоятельном поиске информации по конкретной тематике в соответствии со списком основной и дополнительной литературы, а также в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Обучающиеся выбирают тему рефератов в соответствии с порядковым номером в списке группы. Тематика рефератов может меняться по согласованию с преподавателем.

Тематика текущих проверочных рефератов:

1. Влияние компенсирующих устройств на технико-экономические показатели систем электроснабжения.
 2. Влияние реактивной мощности на режим напряжения и качество электроэнергии.
 3. Влияние реактивной мощности на качество электроэнергии.
 4. Влияние реактивной мощности на потери электроэнергии и пропускную способность электрических сетей.
 5. Влияние компенсирующих устройств на устойчивость нагрузки.
 6. Методы оптимизации выбора мощности и мест установки компенсирующих устройств.
 7. Управляемые (гибкие) системы передачи переменного тока (FACTS).
 8. Комплектные конденсаторные установки.
 9. Статические тиристорные компенсаторы.
 10. Управляемые шунтирующие реакторы.
 11. СТАТКОМы.
 12. Объединенные регуляторы потоков мощности.
 13. Принципы автоматического регулирования реактивной мощности.
 14. Эксплуатация комплектных конденсаторных установок.
 15. Нормативная документация в области компенсации реактивной мощности.
 16. Компенсация реактивной мощности на промышленных предприятиях.
 17. Компенсация реактивной мощности в электросетевом комплексе.
 18. Компенсация реактивной мощности на угледобывающих предприятиях.
 19. Батареи конденсаторов в электрических сетях с нелинейной нагрузкой.
 20. Фильтрокомпенсирующие устройства.
 21. Нормативно-правовые основы взаимоотношений энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии в части потребления и генерации реактивной мощности.
 22. Потери электроэнергии в компенсирующих устройствах.
 23. Закономерности оптимальных решений по компенсации реактивной мощности.
 24. Нормативно-правовые и экономические аспекты внедрения «умных» электрических сетей.
 25. Влияние цифровизации электрических сетей на процесс компенсации реактивной мощности.
- Защита реферата осуществляется по результатам его подготовки. По результатам защиты реферата обучающийся получает оценку полученных знаний.

Критерии оценивания:

- 85-100 баллов - Правильное оформление реферата, корректность выводов;
- 65-84 баллов - Несущественные недочеты в оформлении реферата и/или в выводах;
- 25-64 баллов - Недочеты в оформлении реферата и/или в выводах;
- 0-24 баллов - Наличие существенных недочетов в реферате.

Количество баллов	0-24	25-64	65-84	85-100
Шкала оценивания	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично



1711080214

5.2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации

Инструментом измерения сформированности компетенций являются:

- зачетные отчеты обучающихся по практическим работам;
- зачетный реферат;
- прохождение обучающимися тестирования по темам лекционного материала.

При проведении промежуточного контроля обучающийся отвечает на три вопроса выбранных случайным образом. Опрос может проводиться в письменной и/или устной, и/или электронной форме.

Вопросы к экзамену:

1. Реактивная мощность в системах электроснабжения.
2. Баланс активных и реактивных мощностей.
3. Компенсация реактивной мощности.
4. Потребление реактивной мощности асинхронными двигателями и трансформаторами.
5. Потребление реактивной мощности преобразовательными установками.
6. Потребление реактивной мощности электропечными установками.
7. Потребление реактивной мощности электросварочными установками.
8. Потери реактивной мощности в линиях электропередачи.
9. Потребление реактивной мощности осветительными установками.
10. Влияние реактивной мощности на режим напряжения и качество электроэнергии.
11. Влияние реактивной мощности на потери мощности и электроэнергии и пропускную способность электрических сетей.
12. Правильный выбор электродвигателей по номинальной мощности и типу.
13. Замена малозагруженных асинхронных двигателей электродвигателями меньшей номинальной мощности.
14. Понижение напряжения электродвигателей, систематически работающих с малой нагрузкой.
15. Ограничение длительности холостого хода асинхронных двигателей.
16. Повышение качества ремонта электродвигателей.
17. Замена или отключение в период малых нагрузок силовых трансформаторов.
18. Применение наиболее целесообразной силовой схемы и системы управления вентиляционных преобразователей.
19. Батареи конденсаторов.
20. Синхронные компенсаторы.
21. Синхронные двигатели.
22. Статические тиристорные компенсаторы.
23. Управляемые (гибкие) системы передачи переменного тока.
24. Виды компенсации реактивной мощности.
25. Продольная компенсация.
26. Поперечная компенсация.
27. Размещение компенсирующих устройств в распределительных сетях промышленных предприятий.
28. Определение мощности компенсирующих устройств.
29. Применение оптимизации к решению задачи компенсации реактивной мощности.
30. Батареи конденсаторов в сетях с высшими гармониками.
31. Защита батарей конденсаторов от высших гармоник.
32. Фильтры высших гармоник в сетях с нелинейной нагрузкой.
33. Фильтрокомпенсирующие устройства.
34. Влияние компенсирующих устройств на технико-экономические показатели системы электроснабжения.
35. Влияние компенсирующих устройств на устойчивость нагрузки.
36. Принципы автоматического регулирования реактивной мощности компенсирующих устройств.
37. Нормативная документация в области компенсации реактивной мощности.
38. Значения коэффициентов реактивной мощности, указываемые в договорах на оказание услуг



1711080214

по передаче электрической энергии.

39. Повышающие (понижающие) коэффициенты к тарифам на услуги по передаче электрической энергии в зависимости от соотношения потребления активной и реактивной мощности.

40. Эксплуатация комплектных конденсаторных установок.

Критерии оценивания при ответе на вопросы:

- 85-100 баллов – при правильном и полном ответе на три вопроса;

- 65-84 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса;

- 50-64 баллов – при правильном и полном ответе на один вопрос;

- 0-49 баллов – при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0-24	25-64	65-84	85-100
Шкала оценивания	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

5.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

1. Текущий контроль успеваемости обучающихся, осуществляется в следующем порядке: в конце завершения освоения соответствующей темы обучающиеся проходят на ЭИОС КузГТУ и приступают к выполнению контрольного теста по соответствующей теме.

Тестирование ограничено по времени. По истечении заданного времени все ответы будут автоматически отправлены на проверку для последующего оценивания результатов текущего контроля успеваемости.

При прохождении теста обучающимся запрещается использование любых электронных и печатных источников информации. В случае обнаружения научно-педагогическим работником факта использования обучающимся при подготовке ответов на вопросы указанные источники информации – оценка результатов текущего контроля соответствует 0 баллов и назначается дата повторного прохождения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по результатам выполнения лабораторных и (или) практических работ осуществляется в форме отчета, который предоставляется научно-педагогическому работнику на бумажном и (или) электронном носителе. Научно-педагогический работник, после проведения оценочных процедур, имеет право вернуть обучающемуся отчет для последующей корректировки с указанием перечня несоответствий. Обучающийся обязан устранить все указанные несоответствия и направить отчет научно-педагогическому работнику в срок, не превышающий трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Результаты текущего контроля доводятся до сведения обучающихся в течение трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Обучающиеся, которые не прошли текущий контроль успеваемости в установленные сроки, обязаны пройти его в срок до начала процедуры промежуточной аттестации по дисциплине в соответствии с расписанием промежуточной аттестации.

Результаты прохождения процедур текущего контроля успеваемости обучающихся учитываются при оценивании результатов промежуточной аттестации обучающихся.

2. Промежуточная аттестация обучающихся проводится после завершения обучения по дисциплине в семестре в соответствии с календарным учебным графиком и расписанием промежуточной аттестации.

Для успешного прохождения процедуры промежуточной аттестации по дисциплине обучающиеся должны:

- получить положительные результаты по всем предусмотренным рабочей программой формам текущего контроля успеваемости;

- получить положительные результаты аттестационного испытания.

Для успешного прохождения аттестационного испытания обучающийся в течение времени, установленного научно-педагогическим работником, осуществляет подготовку ответов на три вопроса,



1711080214

выбранных в случайном порядке.

Для подготовки ответов используется чистый лист бумаги и ручка.

На листе бумаги обучающиеся указывают свои фамилию, имя, отчество (при наличии), номер учебной группы и дату проведения аттестационного испытания.

При подготовке ответов на вопросы обучающимся запрещается использование любых электронных и печатных источников информации.

По истечении указанного времени, листы с подготовленными ответами на вопросы обучающиеся передают научно-педагогическому работнику для последующего оценивания результатов промежуточной аттестации.

В случае обнаружения научно-педагогическим работником факта использования обучающимся при подготовке ответов на вопросы указанные источники информации - оценка результатов промежуточной аттестации соответствует 0 баллов и назначается дата повторного прохождения аттестационного испытания.

Результаты промежуточной аттестации обучающихся размещаются в ЭИОС КузГТУ. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут быть организованы с использованием ЭИОС КузГТУ, порядок и формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся при этом не меняется.

6 Учебно-методическое обеспечение

6.1 Основная литература

1. Герасименко, А. А. Оптимальная компенсация реактивной мощности в системах распределения электрической энергии / А. А. Герасименко, В. Б. Нешатаев ; Сибирский федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012. - 218 с. : табл., ил., схем. - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364024> (дата обращения: 31.03.2024). - Библиогр.: с. 149-163. - ISBN 978-5-7638-2630-2. - Текст : электронный.

2. Энергосбережение и энергоэффективность на предприятиях, в организациях и учреждениях : электронное учебное пособие для информационно-методического обеспечения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации / Т. С. Панина, В. М. Ефременко, С. М. Беляевский, С. А. Дочкин ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. - Кемерово : КузГТУ, 2014. - . - URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90242&type=utchposob:common> (дата обращения: 09.02.2024). - Текст : электронный.

6.2 Дополнительная литература

1. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию : в 2 т / сост.: А. В. Алистратов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Федорова. - Т. 1: Электроснабжение. - Москва : Энергоатомиздат, 1986. - 568 с. - Текст : непосредственный.

2. Минин, Г. П. Реактивная мощность : справочник / Г. П. Минин ; ред. Е. А. Каминский. - Москва ; Ленинград : Государственное энергетическое издательство, 1963. - 91 с. - (Библиотека электромонтера ; выпуск 114). - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118031> (дата обращения: 30.03.2024). - Текст : электронный.

3. Беляевский, Р. В. Вопросы компенсации реактивной мощности : учебное пособие для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» очной формы обучения / Р. В. Беляевский ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. электроснабжения горн. и пром. предприятий. - Кемерово : КузГТУ, 2011. - 132 с. - URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90644&type=utchposob:common> (дата обращения: 09.02.2024). - Текст : электронный.

6.3 Методическая литература

6.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>



1711080214

3. Электронная библиотека КузГТУ <https://library.kuzstu.ru/index.php/punkt-2/podrazdel-21>
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru/>
5. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» <http://www.consultant.ru/>

6.5 Периодические издания

1. Известия Российской академии наук. Энергетика : журнал <https://eivis.ru/browse/publication/79409>
2. Инновации : научно-практический журнал
3. Электрика : научный, производственно-технический и информационно-аналитический журнал
4. Электричество : теоретический и научно-практический журнал <https://eivis.ru/browse/publication/112606>
5. Электротехника : научно-технический журнал <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8295>
6. Энергетик : производственно-массовый журнал <https://eivis.ru/browse/publication/199446>
7. Энергия: экономика, техника, экология : научно-популярный и общественно-политический журнал <https://eivis.ru/browse/publication/79318>
8. Энергосбережение : специализированный журнал <https://eivis.ru/browse/publication/80078>

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭИОС КузГТУ:

- а) Электронная библиотека КузГТУ. – Текст: электронный // Научно-техническая библиотека Кузбасского государственного технического университета им. Т. Ф. Горбачева : сайт. – Кемерово, 2001 – . – URL: <https://elib.kuzstu.ru/>. – Текст: электронный.
- б) Портал.КузГТУ : Автоматизированная Информационная Система (АИС) : [сайт] / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, [б. г.]. – URL: <https://portal.kuzstu.ru/>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
- с) Электронное обучение : [сайт] / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, [б. г.]. – URL: <https://el.kuzstu.ru/>. – Режим доступа: для авториз. пользователей КузГТУ. – Текст: электронный.

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины "Компенсация реактивной мощности"

Самостоятельная работа обучающегося является частью его учебной деятельности, объемы самостоятельной работы по каждой дисциплине (модулю) практике, государственной итоговой аттестации, устанавливаются в учебном плане.

Самостоятельная работа по дисциплине (модулю), практике организуется следующим образом:

1. До начала освоения дисциплины обучающемуся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (модуля), программы практики в следующем порядке:
 - 1.1 содержание знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, которые будут сформированы в процессе освоения дисциплины (модуля), практики;
 - 1.2 содержание конспектов лекций, размещенных в электронной информационной среде КузГТУ в порядке освоения дисциплины, указанном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;
 - 1.3 содержание основной и дополнительной литературы.
2. В период освоения дисциплины обучающийся осуществляет самостоятельную работу в следующем порядке:
 - 2.1 выполнение практических и (или) лабораторных работы и (или) отчетов в порядке, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;
 - 2.2 подготовка к опросам и (или) тестированию в соответствии с порядком, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;
 - 2.3 подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с порядком, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики.

В случае затруднений, возникших при выполнении самостоятельной работы, обучающемуся необходимо обратиться за консультацией к педагогическому работнику. Периоды проведения консультаций устанавливаются в расписании консультаций.



1711080214

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Компенсация реактивной мощности", включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

1. Libre Office
2. Mozilla Firefox
3. Google Chrome
4. 7-zip
5. Microsoft Windows
6. ESET NOD32 Smart Security Business Edition
7. Kaspersky Endpoint Security
8. Браузер Спутник

10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине "Компенсация реактивной мощности"

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены специальные помещения:

1. Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Организации.

2. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

11 Иные сведения и (или) материалы

1. Образовательный процесс осуществляется с использованием как традиционных так и современных интерактивных технологий.

В рамках аудиторных занятий применяются следующие интерактивные методы:

- разбор конкретных примеров;
- мультимедийная презентация.

2. Проведение групповых и индивидуальных консультаций осуществляется в соответствии с расписанием консультаций по темам, заявленным в рабочей программе дисциплины, в период освоения дисциплины и перед промежуточной аттестацией с учетом результатов текущего контроля.



1711080214

12 Внесение дополнений по филиалу КузГТУ в г. Прокопьевске

12.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

1. Герасименко, А. А. Оптимальная компенсация реактивной мощности в системах распределения электрической энергии / А. А. Герасименко, В. Б. Нешатаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации; Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012. - 218 с. - ISBN 9 7 8 5 7 6 3 8 2 6 3 0 2. - URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=364024 - Текст : электронный.

2. Энергосбережение и энергоэффективность на предприятиях, в организациях и учреждениях : электронное учебное пособие для информационно-методического обеспечения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации / Т. С. Панина [и др.] ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Ин-т дополнит. проф. образования КузГТУ, Каф. электроснабжения горн. и пром. предприятий. - Кемерово : КузГТУ, 2014.- URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90242&type=utchposob:common> - Текст : электронный.

3. Беляевский, Р. В. Вопросы компенсации реактивной мощности : учебное пособие для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» очной формы обучения / Р. В. Беляевский ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. электроснабжения горн. и пром. предприятий. - Кемерово : КузГТУ, 2011. - 132 с. - URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90644&type=utchposob:common> - Текст : электронный.

4. Сибикин, Ю. Д. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. — 7-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 400 с. : ил. — (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-91134-844-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1003784>

5. Стрельников, Н. А. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / Н. А. Стрельников ; Н. А. Стрельников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. - 99, [1] с.ил., табл. - ISBN 9785778221932. - URL: [http://library.ki|zsti|.n|/meto.php?n = 179299&type=nsti\]:common](http://library.ki|zsti|.n|/meto.php?n = 179299&type=nsti]:common) - Текст : электронный

12.2 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой (№ 303), оснащенный оборудованием:

- рабочее место преподавателя,
- посадочные места по количеству обучающихся;
- доска меловая;

техническими средствами:

- персональный компьютер с лицензированным программным обеспечением общего назначения с выходом в Internet;

- мультимедиа проектор;
- экран;
- электроизмерительные приборы для выполнения лабораторных работ;
- учебно-лабораторные стенды («НТЦ-01») - 6;

Программное обеспечение:

- Libre Office – Writer
- Impress
- Calc

- 7-Zip
- AIMP
- STDU Viewer

- Power Point Viewer

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены специальные помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала КузГТУ в г. Прокопьевске.