

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ

Ахметов Н.Д.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Электрические станции и подстанции

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Ахметшин Р.С. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RSAhmetshin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5	готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК-6	способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
ПК-9	способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- параметры современного оборудования объектов профессиональной деятельности;
- знать методы расчета режимов работы объектов профессиональной деятельности;
- знать методы оформления типовой технической документации

Должен уметь:

- определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности;
- рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
- составлять и оформлять типовую техническую документацию

Должен владеть:

методами определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности;
методами расчета режимов работы объектов профессиональной деятельности;
способами оформления типовой технической документации

Должен демонстрировать способность и готовность:

Студент по итогам изучения курса должен обладать рядом компетенций: готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности ПК-5; способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности ПК-6; способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию ПК-9.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать - развитие современных направлений электростанций и подстанций;
- основные категории, понятия и термины, используемые в содержании дисциплины;
- электрические схемы, схемы замещения и режимы;
- уметь - определять, производить расчет параметров оборудования, схем замещения и режимов электрические станции и подстанций; рассчитывать и выбирать средства регулирования напряжения; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов и выбирать рациональный вариант;
- владеть - разработкой чертежей, использования справочной научно-технической литературой, анализом результатов расчетов режимов работы оборудования.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных(ые) единиц(ы) на 396 часа(ов).

Контактная работа - 126 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 198 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре; экзамен в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Современные источники электрической мощности. Характеристика машинных и не машинных источников. Особенности электростанций	6	4	0	4	18
2.	Тема 2. Основное электротехническое оборудование, аппараты и устройства. Их выбор. Классификация, назначение, обозначения, основные параметры, устойчивость работы	6	4	0	6	18
3.	Тема 3. Диагностика электрооборудования станций и подстанций	6	4	0	4	18
4.	Тема 4. Релейная защита и противоаварийная автоматика, управление, сигнализация, блокировка, учёт и измерение	6	6	0	4	18
5.	Тема 5. Изоляция и перенапряжение. Изоляция оборудования. Диагностика состояния изоляции. Источники перенапряжений. Режимы работы нейтрали и заземления	7	6	4	6	16
6.	Тема 6. Схемы устройств, главных схем электростанций и подстанций, оперативные схемы, схемы замещения, собственных нужд электростанций.	7	6	4	0	16
7.	Тема 7. Техничко-экономические расчёты выбора схем. Нормативные показатели качества электроэнергии; средства диспетчерского управления и связи	7	4	0	0	16
8.	Тема 8. Заземляющие устройства электрооборудования и молниезащита сооружений	7	4	4	10	16
9.	Тема 9. Режимы работ станций и подстанций	7	4	2	10	16
10.	Тема 10. Регулирование напряжения и частоты на станциях и подстанциях	7	4	4	10	16
11.	Тема 11. Микропроцессорная техника в системах релейной защиты и автоматики	7	4	0	0	16

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Инновации в электрических станциях и подстанциях. Энергосберегающие технологии	7	4	0	0	14
	Итого		54	18	54	198

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Современные источники электрической мощности. Характеристика машинных и не машинных источников. Особенности электростанций

Современные источники электрической мощности: ГЭС, гидроаккумулирующие, приливные, ТЭС, КЭС, ГРЭС, АЭС, миниГЭС. Характеристика машинных и немашинных источников. Особенности электростанций.

Перспективные источники электрической мощности: АЭС, ветровые, солнечные, пиковые, МГД, миниТЭС

Характеристики, параметры, показатели, типы и виды генераторов, руб./МВт, тун/кВт·час, руб./кВт·час. Номинальные напряжения.

Синхронные генераторы. Назначение, основные параметры, характеристики, особенности конструкции

Синхронные генераторы. Система охлаждения, регулирование оборотов, возбуждения

Включение генератора, гашение поля, регулирование частоты, напряжения.

Характеристика машинных и немашинных источников. Особенности электростанций Схемы генераторного напряжения станций, режим работы нейтрали генератора

Схемы оперативного напряжения станций и подстанций

Схемы собственных нужд станций и подстанций

Тема 2. Основное электротехническое оборудование, аппараты и устройства. Их выбор. Классификация, назначение, обозначения, основные параметры, устойчивость работы

В данной теме рассматривается основное электротехническое оборудование, аппараты и устройства, их выбор, классификация, назначение, основные параметры, устойчивость работы оборудования.

Силовые трансформаторы: особенности конструкций, типы, параметры, система охлаждения, маркировка. Способы заземления нейтрали трансформаторов.

Стандарты силовых трансформаторов: шкала номинальных мощностей, номинальные напряжения обмоток, схемы и группы соединения обмоток.

Автотрансформаторы. Номинальная, типовая и проходная мощности, коэффициент типовой мощности.

Векторная диаграмма напряжения не заземленной части при однофазном КЗ.

Целесообразность применения автотрансформаторов. Условия параллельной работы автотрансформаторов.

Синхронные компенсаторы. Использование турбогенераторов и гидрогенераторов в режиме синхронного компенсатора.

Измерительные трансформаторы тока.

Измерительные трансформаторы напряжения.

Токоограничивающие реакторы.

Выбор коммутационных аппаратов: выключателей и разъединителей.

Выключатели нагрузки.

Вакуумные, элегазовые выключатели.

Маломасляные, элегазовые, воздушные выключатели.

Классификация распределительных устройств. Основные требования.

Комплектные трансформаторные подстанции (КТП).

Тема 3. Диагностика электрооборудования станций и подстанций

Технологическая структура диагностики электрооборудования ТП

Первый технологический уровень - автоматизированный контроль состояния основного электрооборудования по результатам мониторинга параметров нормальных и аварийных режимов работы.

Данное направление работы не требует оснащения оборудования дополнительными датчиками и устройствами. Первичная информация может быть получена от существующих регистраторов аварийных событий, существующей системы АСУ ТП подстанций и предприятий и АИИС КУЭ. Необходимо разработка алгоритмов и программного обеспечения для включения таких методов контроля в состав существующих систем АСУ ТП.

На этом же уровне может использоваться информация от специализированных систем диагностики, устанавливаемых на электрооборудовании. При этом, установка таких систем диагностики на электрооборудование должна осуществляться только при наличии технологического и экономического обоснования.

Второй технологический уровень - периодический контроль параметров работающего в нормальном режиме оборудования под рабочим напряжением с использованием современных методов и аппаратуры.

Третий технологический уровень - проведение испытаний и измерений на отключенном оборудовании. Такой контроль должен осуществляться только в тех случаях, когда отсутствуют методы и аппаратные средства выявления каких либо дефектов оборудования на первом и втором технологических уровнях или для уточнения характера и места дефекта, его опасности и технологии устранения дефектов (объемы и методы ремонтно-восстановительных работ), выявленных на первом или втором технологическом уровнях.

Тема 4. Релейная защита и противоаварийная автоматика, управление, сигнализация, блокировка, учёт и измерение

В данной теме рассматривается релейная защита и противоаварийная автоматика, управление, сигнализация, блокировка, учет и измерение.

Выбор предохранителей для токовой защиты. Обеспечение селективности в сетях, защищённых предохранителями.

Использование расцепителей автоматических выключателей до 1 кВ для реализации токовых защит. Полупроводниковые расцепители.

Максимальная токовая защита (МТЗ). Ток срабатывания, селективность. Время срабатывания МТЗ. Характеристики выдержек времени.

Какие требования предъявляются ко вторичным обмоткам трансформаторов тока ТА и напряжения TV?

Фильтры тока нулевой последовательности. Трансформаторы нулевой последовательности. Значения токов небаланса.

Какие требования предъявляются к маркировке проводов, присоединенных к сборкам (рядов)зажимов и контрольных кабелей?

Источники оперативного тока. Работа схем источников выпрямленного оперативного тока.

Функциональные схемы дифференциальной токовой защиты трансформаторов. Продольная дифференциальная токовая защита. Назначение. Принцип работы, дифференциальные реле типов ДЗТ-11. РСТ-15. Выбор параметров срабатывания и трансформаторов тока. Способы повышения чувствительности.

Поперечная дифференциальная токовая направленная защита. Назначение. Принципы действия и выбор параметров.

Максимальная токовая защита (МТЗ) трансформаторов и однофазных КЗ защиты ЗТ.

Особенности защиты трансформаторов, подключённых к линии без выключателей на стороне высшего напряжения.

Релейная защита и противоаварийная автоматика, управление, сигнализация, блокировка, учёт и измерение

Релейная защита на электростанциях и подстанциях, особенности по:

- конструкции;
- приводу;
- напряжению;
- параметрам выбора

Системная, противоаварийная автоматика.

Тема 5. Изоляция и перенапряжение. Изоляция оборудования. Диагностика состояния изоляции. Источники перенапряжений. Режимы работы нейтрали и заземления

Изоляция и перенапряжение. Изоляция оборудования. Диагностика состояния изоляции. Источники перенапряжений. Режимы работы нейтрали и заземления. Методы диагностики состояния изоляции и мероприятия предотвращения возможного пробоя изоляции электрооборудования. Использование ОПН, конденсаторов, грозозащитного троса, резисторов.

Изоляционные конструкции, линейная сцепная арматура, опорная конструкция, натяжные, подвесные, гирлянды, пластиковые, порталы и концевые опоры линий электропередач. Система заземления и грозозащиты на электростанциях и подстанциях.

Тема 6. Схемы устройств, главных схем электростанций и подстанций, оперативные схемы, схемы замещения, собственных нужд электростанций.

Схемы устройств, главных схем электростанций и подстанций, оперативные схемы, схемы замещения, собственных нужд электростанций и подстанций. Расчёты трёхфазного КЗ, потери напряжения и мощности на трансформаторе. Методы ограничения токов КЗ на электростанциях и подстанциях:

- трансформаторы с расщеплённой обмоткой;
- токоограничивающие реакторы

Оборудование канала ВЧ связи и телемеханики, заградители, фильтры присоединения, конденсаторы, особенности по:

- конструкции;
- гашению дуги;
- приводу;
- изоляции;
- напряжению;
- току отключения;
- параметрам выбора.

Электроприводы коммутационного оборудования и аппаратов. Электромагнитные, пружинные, энергия заряженного конденсатора, пневматические.

Тема 7. Техничко-экономические расчёты выбора схем. Нормативные показатели качества электроэнергии; средства диспетчерского управления и связи

Техничко-экономические расчёты выбора схем. Нормативные показатели качества электроэнергии; Средства диспетчерского и технологического управления. Диспетчерские щиты и мнемосхемы (активные и пассивные) Средства диспетчерского технологического управления ВЧТО, АНКА, ТМ, Связь. АСКУЭ, АСУ-ТП, АСДТУ.

Тема 8. Заземляющие устройства электрооборудования и молниезащита сооружений

Регламент ПУЭ в части заземляющих устройств электрооборудования и молниезащиты сооружений; Нормативные величины ЗУ и молниезащиты. повторное заземления нуля.

Заземлением всей установки или ее части называется преднамеренное гальваническое соединение с заземляющим устройством. Совокупность заземлителя и заземляющих проводников называется заземляющим устройством.

Занулением в электроустановках напряжением до 1000 В называется преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока.

Выравнивание потенциала - метод снижения напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек. Выравнивание потенциала осуществляется электрическим соединением металлических конструкций, находящихся вблизи электроустановки с ее корпусом, а также формированием зоны растекания путем использования специальных заземляющих устройств.

Все случаи поражения током являются результатом замыкания электрической цепи через тело, т.е. результатом прикосновения человека к точкам цепи, имеющим разные потенциалы. Опасность этого зависит от напряжения сети, схемы самой сети, режима ее нейтрали, состояния изоляции токоведущих частей от земли и т.п.

Различают сети с изолированной нейтралью, когда нейтраль трансформатора к заземляющему устройству непосредственно не присоединена или присоединена через аппараты с большим сопротивлением (например, через трансформаторы напряжения), и сети с глухим заземлением нейтрали, когда нейтраль трансформатора или генератора присоединена к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (например, через трансформатор тока). Повреждение изоляции токоведущих частей и соединение их с заземленными конструктивными частями или непосредственно с землей связано чаще всего либо с токами однофазного замыкания на землю (в системе с изолированной нейтралью), либо с токами однофазного КЗ (в системе с глухозаземленной нейтралью).

Токи замыканий на землю при неблагоприятных условиях (горючая среда, обрыв заземляющих проводников или их отсутствие, плохие контакты, искровые промежутки и т.п.) могут вызвать пожар или взрыв. Поэтому заземление и зануление следует рассматривать как средство электробезопасности и пожарной безопасности.

Регламент ПУЭ в части заземляющих устройств электрооборудования и молниезащиты сооружений; Нормативные величины ЗУ и молниезащиты. повторное заземления нуля.

Тема 9. Режимы работ станций и подстанций

Различают два основных режима работы электрооборудования:

1. Нормальный режим, характеризуется:

- номинальным током электрического аппарата - тот наибольший ток, при котором аппарат может работать сколько угодно длительное время, если температура окружающего воздуха не превышает расчетной величины $+35^{\circ}\text{C}$, должен быть больше максимального тока нагрузки цепи (токовая перегрузка аппарата ведет к резкому сокращению его срока службы; увеличение температуры воздуха должно привести к снижению величины номинального тока и наоборот).

2. Режим коротких замыканий, характеризуется:

- термической стойкостью - обладает тот аппарат, токоведущие части которого при к. з. не нагреваются свыше $200-300^{\circ}\text{C}$ в зависимости от рода изоляции металла токоведущей части;

- электродинамической стойкостью - обладает тот аппарат, токоведущие части которого выдерживают без разрушения или изменения формы ударные токи к.з.

- номинальным напряжением электрического аппарата - междупазное напряжение, численно большее или равное номинальному напряжению той электрической сети, в которой он работает; аппарат должен длительно работать и при повышенном на 10-15% от номинального напряжении.

Режимы работ оборудования по поддержанию частоты и напряжения генератора; Запас статической устойчивости; Качания мощности в системе, асинхронный ход. Режим работы асинхронного электродвигателя.

Тема 10. Регулирование напряжения и частоты на станциях и подстанциях

На электростанциях регулирование напряжения производится на генераторах и повышающих трансформаторах. Изменение напряжения генераторов возможно за счет регулирования тока возбуждения. Не меняя активную мощность генератора напряжение можно изменять в пределах 5 %. Повышение напряжения на 5 % сверх номинального сопровождается увеличением потерь в стали и повышением ее нагрева. При снижении напряжения до 0,95 номинальный ток статора возрастает на 5 % и соответственно увеличивается нагрев обмотки. На каждой ступени трансформации теряется приблизительно 5-10 % напряжения. Поэтому регулировочного диапазона генераторов явно недостаточно, чтобы поддерживать необходимый уровень напряжения в сети. Кроме того, трудно согласовать требования к регулированию напряжения у близких и удаленных электроприемников. Поэтому генераторы электростанций являются вспомогательным средством регулирования напряжения. Как единственное средство регулирования генераторы применяются только для простейшей системы: электростанция - нераспределенная нагрузка. В этом случае на шинах электростанций осуществляется встречное регулирование напряжения. Изменением тока возбуждения повышают напряжение в часы максимальной нагрузки и снижают в период минимальной нагрузки. Повышающие трансформаторы на электростанциях тоже являются вспомогательным средством регулирования напряжения. Трансформаторы мощностью до 250 МВА напряжением 110 и 220 кВ имеют устройство регулирования напряжения типа ПБВ (переключение без возбуждения, то есть с отключением от сети). Устройство имеет предел регулирования напряжения 2х2,5 %. Повышающие трансформаторы большей мощности выпускаются без устройств ПБВ.

Тема 11. Микропроцессорная техника в системах релейной защиты и автоматики

Микропроцессорное устройство релейной защиты (сокращённо МП РЗА, иногда ЦРЗА) - устройство релейной защиты, управляющая часть которых реализована на базе микропроцессорных элементов (микроконтроллера). В настоящее время МП РЗА являются основным направлением развития релейной защиты. Помимо основной функции - аварийного отключения энергетических систем, МП РЗА имеют дополнительные функции по сравнению с устройствами релейной защиты других типов (например, электромеханическими реле) по регистрации аварийных ситуаций. В некоторых типах устройств введены дополнительные режимы защиты, например, функция опережающего отключения синхронных электродвигателей при потере устойчивости, функция дальнего резервирования отказов защит и выключателей. Данные функции не могут быть реализованы на устройствах релейной защиты на электромеханической или аналоговой базе.

Тема 12. Инновации в электрических станциях и подстанциях. Энергосберегающие технологии

Разработана и внедряется технология умных сетей (Smart Grid). Разработки в этой области ведут компании Microsoft, Hyundai, Siemens и другие. В ПАО "ФСК ЕЭС" разработана технология производства высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) для кабельных электросетей.

Разработка эталонного измерительного оборудования нового поколения для цифровых подстанций Merging Unit. Разработчики и производители оборудования - ООО "Марс-Энерго" Газонаполненные линии. В газонаполненном кабеле между проводником и изоляцией находятся полости, заполненные азотом под давлением до 3 МПа. Такие линии могут проводить электрический ток до 500 кВ. Один из отечественных разработчиков данного направления - ЗАО "РОСПРОЕКТ". Внедрение специалистами группы компаний ЗМ серии продуктов для качественного ремонта и соединения кабелей, среди которых изоляционные муфты горячей и холодной усадки, соединители Скотчлок с прокалывающими соединительными контактами. Сетевое накопление энергии. При пониженном потреблении электроэнергии (ночью, в летний период), вырабатываемую электростанциями электроэнергию можно накапливать с помощью маховиков, ионисторов (конденсаторов большой ёмкости), аккумуляторных батарей.

При перебоях с подачей электроэнергии производится переключение электросети на питание от накопительной станции. Эта инновация должна стать одной из составляющих Smart Grid. Пример такой разработки - аккумуляторная батарея Power Wall от компании Tesla. Алюминиевый композитный провод производственного объединения ЗМ для высоковольтных ЛЭП. По нагрузочной способности превосходит обычные сталеалюминиевые провода в 2 – 3 раза. Одновременно улучшены прочностные и механические характеристики. Цифровой трансформатор. Значения тока и напряжения на подстанциях и в электрических линиях измеряются аналоговыми трансформаторами и ёмкостными делителями. Такие измерения имеют значительные погрешности. Цифровой трансформатор с помощью инновационной системы датчиков и электроники передает достоверные показания тока и напряжения в цифровом виде. Цифровая подстанция. Такая подстанция включает в себя комплекс цифровых измерительных средств, релейной защиты, микропроцессорных систем управления и ряд других инноваций. Нововведение позволит дистанционно наблюдать за параметрами электросетей и оборудования, а так же эксплуатировать подстанцию в автоматическом режиме. ПАО "ФСК ЕЭС" совместно с АО НТЦ "ФСК ЕЭС" ввели в эксплуатацию опытную ЦП на 110 кВ. Сверхпроводящие накопители энергии. Простейший вариант накопителя - индукционный. Катушка из сверхпроводящего материала, не имеющего сопротивления, может сохранять энергию бесконечно долго, отдавая её по мере необходимости. Компания "Русский сверхпроводник" совместно с Росэнергоатомом ведут работы над созданием накопителя ёмкостью 24 Мдж.

Внедрение энергосберегающих технологий в хозяйственную деятельность как предприятий, так и частных лиц на бытовом уровне, является одним из важных шагов в решении многих экологических проблем - изменения климата, загрязнения атмосферы (например, выбросами от ТЭЦ), истощения ископаемых ресурсов и др.

Обычно предприятия внедряют следующие типы технологий, которые дают значительный энергосберегающий эффект:

1. Общие технологии для многих предприятий, связанные с использованием энергии (двигатели с переменной частотой вращения, теплообменники, сжатый воздух, освещение, пар, охлаждение, сушка и пр.).
2. Более эффективное производство энергии, включая современные котельные, когенерацию (тепло и электричество), а также тригенерацию (тепло, холод, электричество); замена старого промышленного оборудования на новое, более эффективное.
3. Альтернативные источники энергии.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 6			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ПК-6 , ПК-5	1. Современные источники электрической мощности. Характеристика машинных и не машинных источников. Особенности электростанций
2	Письменная работа	ПК-9 , ПК-6	2. Основное электротехническое оборудование, аппараты и устройства. Их выбор. Классификация, назначение, обозначения, основные параметры, устойчивость работы 3. Диагностика электрооборудования станций и подстанций
3	Лабораторные работы	ПК-6	1. Современные источники электрической мощности. Характеристика машинных и не машинных источников. Особенности электростанций 2. Основное электротехническое оборудование, аппараты и устройства. Их выбор. Классификация, назначение, обозначения, основные параметры, устойчивость работы 3. Диагностика электрооборудования станций и подстанций 4. Релейная защита и противоаварийная автоматика, управление, сигнализация, блокировка, учёт и измерение
4	Курсовая работа по дисциплине	ПК-5	4. Релейная защита и противоаварийная автоматика, управление, сигнализация, блокировка, учёт и измерение
	Экзамен	ПК-5, ПК-6, ПК-9	

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-5	8. Заземляющие устройства электрооборудования и молниезащита сооружений 9. Режимы работ станций и подстанций 10. Регулирование напряжения и частоты на станциях и подстанциях
2	Тестирование	ПК-6	8. Заземляющие устройства электрооборудования и молниезащита сооружений
3	Устный опрос	ПК-5, ПК-9	11. Микропроцессорная техника в системах релейной защиты и автоматики 12. Инновации в электрических станциях и подстанциях. Энергосберегающие технологии
	Экзамен		ПК-5, ПК-6, ПК-9

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 6					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	3
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.	Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используемые источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используемые источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	4

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
Семестр 7					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 6

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Тема 1

1. Выбор числа и номинальной мощности трансформаторов по нагрузочной способности.
2. Выбор номинальной мощности автотрансформатора в зависимости от режимов работы.
3. Типы электростанций: их преимущества и недостатки, разновидности, классификация.
4. Источники питания собственных нужд на электрических станциях. (КЭС, ГРЭС, ГЭС, АЭС и ТЭЦ).
5. Технологический процесс производства электроэнергии на электростанциях типа ТЭЦ.
6. Технологический процесс производства электроэнергии на электростанциях типа КЭС.
7. Особенности ГЭС.
8. Особенности тепловых станций (ТЭС): конденсационных (КЭС) и теплофикационных (ТЭЦ).
9. Особенности ветровых электростанций.
10. Особенности атомных станций.

2. Письменная работа

Темы 2, 3

1. Силовые трансформаторы: особенности конструкций, типы, параметры, система охлаждения, маркировка. Способы заземления нейтрали трансформаторов.
2. Стандарты силовых трансформаторов: шкала номинальных мощностей, номинальные напряжения обмоток, схемы и группы соединения обмоток.
3. Автотрансформаторы. Номинальная, типовая и проходная мощности, коэффициент типовой мощности. Векторная диаграмма напряжения не заземленной части при однофазном КЗ.
4. Целесообразность применения автотрансформаторов. Условия параллельной работы автотрансформаторов.
5. Синхронные компенсаторы. Использование турбогенераторов и гидрогенераторов в режиме синхронного компенсатора.
6. Измерительные трансформаторы тока.
7. Измерительные трансформаторы напряжения.

8. Токоограничивающие реакторы.
9. Выбор коммутационных аппаратов: выключателей и разъединителей.
10. Выключатели нагрузки.
11. Вакуумные, элегазовые выключатели.
12. Маломасляные, элегазовые, воздушные выключатели.
13. Классификация распределительных устройств. Основные требования.
14. Комплектные трансформаторные подстанции (КТП).

3. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3, 4

1. Изучение методов регулирования напряжения в электрической системе.
2. Исследование влияния емкости фаза-земля на соотношение реактивной мощности нагрузки.
3. Измерение сопротивления заземляющего устройства электроустановок.
4. Исследование работы стенда сигнализации замыканий на землю в кабельных сетях по току $3 \cdot I_0$ и по $3U$.
5. Исследование работы стенда АВР (автоматическое включение резерва) и других средств противоаварийной автоматики.
6. Исследование стендового масляного выключателя.
7. Исследование режимов работы трехобмоточных автотрансформаторов.
8. Регулирование напряжения трансформаторов и автотрансформаторов.
9. Исследование системы охлаждения синхронных генераторов.
10. Исследование непосредственных систем охлаждения синхронных генераторов.

4. Курсовая работа по дисциплине

Тема 4

1. Введение. Выбор вариантов структурной схемы подстанции
2. Выбор числа, типа и мощности трансформаторов или автотрансформаторов по графикам нагрузки из условий нагрузочной способности трансформаторов
3. Техничко-экономический расчёт вариантов: сравнение рассматриваемых вариантов по технико-экономическим показателям
4. Выбор числа отходящих линий, выбор сечения и марки проводов. Проверка сечения проводов в аварийном режиме
5. Расчёт максимального трехфазного ТКЗ
6. Обоснование необходимости установки линейных реакторов, выбор секционных и групповых реакторов. Проверка выбранных реакторов
7. Расчёт кабельной сети нагрузки низкого напряжения и проверка работы кабельной сети в условиях аварийного режима согласно задания. Схема кабельной сети 6-10 кВ
8. Выбор схемы электроснабжения и мощности трансформатора собственных нужд. Схема электроснабжения трансформаторов собственных нужд
9. Выбор схемы РУ ВН, РУ СН и РУ НН
10. Расчёт токов нагрузки в заданных режимах работы схемы подстанции; уточнение необходимости компенсации индуктивной мощности и емкостных токов.
11. Выбор проводников и аппаратов: выключателей; разъединителей; шин РУ ВН, РУ СН и РУ НН; трансформаторов тока и напряжения
12. Выбор ограничителей перенапряжения
13. В графической части проекта необходимо показать однолинейную схему электрической части подстанции на листе формата А1. На нём должны быть показаны схемы РУ ВН, РУ СН и РУ НН, трансформаторы связи РУ различных напряжений, все ТТ и ТН, выключатели и разъединители с заземляющими ножами
14. Оформление пояснительной записки к курсовому проекту

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Графики электрических нагрузок. Годовой график. Установленная мощность. Присоединенная мощность. Максимальная нагрузка потребителей.
2. Силовые трансформаторы: особенности конструкций, типы, параметры, система охлаждения, маркировка. Способы заземления нейтралей трансформаторов.
3. Стандарты силовых трансформаторов: шкала номинальных мощностей, номинальные напряжения обмоток, схемы и группы соединения обмоток.
4. Включение трансформаторов на параллельную работу. Нагрузочная способность. Систематические и аварийные перегрузки.
5. Автотрансформаторы. Номинальная, типовая и проходная мощности, коэффициент типовой мощности. Векторная диаграмма при однофазном КЗ.
6. Режимы работы трехобмоточных автотрансформаторов.
7. Целесообразность применения автотрансформаторов. Условия параллельной работы автотрансформаторов.

8. Синхронные генераторы: назначение, типы, основные параметры и характеристики. Особенности конструкций.
9. Системы охлаждения синхронных генераторов. Косвенное охлаждение.
10. Непосредственные системы охлаждения синхронных генераторов.
11. Автоматическое регулирование возбуждения.
12. Автоматическое гашение поля синхронных генераторов.
13. Синхронные компенсаторы. Использование турбогенераторов и гидрогенераторов в режиме синхронного компенсатора.
14. Включение генераторов на параллельную работу с электрической системой: способ точной синхронизации, способ самосинхронизации.
15. Измерительные трансформатора тока.
16. Измерительные трансформаторы напряжения.
17. Регулирование напряжения трансформаторов и автотрансформаторов. Устройство АРКТ.
18. Маломасляные, элегазовые, воздушные выключатели.
19. Классификация распределительных устройств. Основные требования.
20. Комплектные трансформаторные подстанции (КТП).

Семестр 7

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 8, 9, 10

1. Заземляющие устройства электрооборудования и молниезащита сооружений.
2. Режимы работ станций и подстанций.
3. Регулирование напряжения и частоты на станциях и подстанциях.
4. Регулирование напряжения силового трансформатора изменением коэффициента трансформации.
5. Регулирование напряжения на нагрузке с использованием конденсаторных батарей.
6. Проверка изоляции коэффициента абсорбции с помощью мегаомметра.
7. Измерение тока нагрузки бесконтактным способом.
8. Схемы тепловых конденсационных электростанций (КЭС).
9. Выбор числа и мощности трансформаторов на ПС.
10. Схемы питания собственных нужд подстанций.

2. Тестирование

Тема 8

1. В каких сетях по напряжению не заземляются нейтрали?

-0,4кВ.

- 6,10,35кВ.

-110,220кВ.

2. Нормативная величина сопротивления заземляющего устройства равна 0,5 Ом. В каких сетях по напряжению используется?

-0,4кВ.

-6,10,35кВ.

-110,220кВ.

3. Заземление нейтрали увеличивает или уменьшает ток однофазного короткого замыкания?

-да.

-нет.

4. Для среза волны перенапряжения используется разрядники и ограничители перенапряжения. В чем принципиальная разница?

-габаритными размерами

-ремонтпригодностью

-иными целями(назвать).

5. На каких напряжениях применяются трубчатый разрядник?

- 0,4кВ.

-6,10,35кВ.

-110,220кВ.

6. Подменяет ли ограничитель перенапряжения нелинейный (ОПН) Вентильный разрядник?

-ДА;

-НЕТ;

-иной вариант.

7.Для каких целей предусматриваю грозозащитный трос на подходах подстанции с электродвигателями?

- Защита электродвигателей от высокочастотных гармоник;
- В качестве молниезащиты линии;
- Иное решение.

8.Назначение разъединителей:

- отключение нагрузки
- дистанционное или ручное отключение
- заземление токоведущих частей
- видимое отключение

9. Назначение и параметры вторичных токов трансформаторов тока:

- подключение измерительных приборов (класс точности)
- подключение токовых цепей РЗ (класс точности)
- равенство вторичных и первичных токов (величина вторичных токов)

10.Назначение и параметры вторичного напряжения трансформаторов напряжения:

- подключение измерительных приборов(класс точности)
- подключение цепей напряжения РЗ (класс точности)
- равенство вторичных и первичных напряжений (величина вторичного напряжения)

11.Как проложены кабели на подстанции?

- воздушные линии
- кабельным каналом
- сборными шинами

12.Что используется для гашения дуги в выключателях 6-10 кВ на подстанциях?

- инертный газ
- вакуум
- элегаз

13.Что используется для гашения дуги в выключателях 110 кВ на подстанциях?

- инертный газ
- вакуум
- элегаз

14.Для среза волны перенапряжения используется разрядники и ограничители перенапряжения. В чем принципиальная разница?

- габаритными размерами
- ремонтпригодностью
- продолжительностью эксплуатации
- иными целями (назвать).

3. Устный опрос

Темы 11, 12

1. Микропроцессорная техника в системах релейной защиты.
2. Инновации в электрических станциях и подстанциях.
3. Энергосберегающие технологии.
4. Микропроцессорная техника в системах противоаварийной автоматики.
5. Инновации на подстанциях и станциях в части использования современного электротехнического оборудования.
6. Использование газотурбинных генераторов в комплексе с существующими тепловыми электростанциями.
7. Использование электрических сетей высокого напряжения в соединении с другими источниками электрической мощности для повышения устойчивости станции.
8. Способы экономии энергии на предприятиях.
9. Инновационные технологии в энергосбережении.
10. Методы экономии энергии населением.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Методы ограничения токов КЗ на станциях и подстанциях. Токоограничивающие реакторы.
2. Выбор и проверка шин распределительных устройств.
3. Выбор и проверка кабелей в распределительном устройстве.
4. Выбор коммутационных аппаратов: выключателей и разъединителей.
5. Разъединители.
6. Короткозамыкатели.
7. Отделители.
8. Конструктивные особенности, параметры и область применения выключателей разных типов.
9. Выключатели нагрузки.
10. Вакуумные, элегазовые выключатели.
11. Маломасляные, воздушные выключатели.
12. Электродинамическое воздействие токов КЗ. Электродинамическая стойкость шинных конструкций.
13. Нагрев проводников и токопроводящих частей электрических аппаратов токами рабочих режимов. Допустимые температуры нагрева.
14. Выбор числа и мощности трансформаторов на ПС.
15. Распределительные устройства с одной и двумя системами сборных шин. Роль секционирования сборных шин.
16. РУ с одной и двумя рабочими и обходной системами шин. Назначение обходной системы сборных шин.
17. Распределительные устройства кольцевого типа. Достоинства и недостатки этих схем.
18. Распределительные устройства с двумя системами сборных шин и числом выключателей на присоединение 3/2 и 4/3.
19. Токоведущие части в распределительных устройствах. Шины и шинные конструкции. Классификация, назначение и конструкция изоляторов в распределительных устройствах.
20. Упрощенные схемы распределительных устройств.
21. Требования к схемам мощных тепловых электростанций (ТЭС). Схемы блоков генератор-трансформатор и генератор-трансформатор-линия.
22. Схемы тепловых конденсационных электростанций (КЭС).
23. Главные схемы АЭС. Особые требования к схемам АЭС. Типовые схемы АЭС.
24. Главные схемы ТЭЦ: схемы ТЭЦ со сборными шинами генераторного напряжения, схемы блочных ТЭЦ.
25. Главные схемы подстанций. Деление по способу присоединения. Требования к схемам.
26. Главные схемы гидроэлектростанций (ГЭС).
27. Технологический процесс производства электроэнергии на электростанциях типа ТЭЦ.
28. Технологический процесс производства электроэнергии на электростанциях типа КЭС.
29. Источники питания собственных нужд.
30. Схемы собственных нужд КЭС.
31. Схемы собственных нужд ТЭЦ. Схемы резервирования собственных нужд ТЭЦ.
32. Схемы питания собственных нужд ГЭС.
33. Схемы питания собственных нужд подстанций.
34. Классификация распределительных устройств. Основные требования.
35. Закрытые распределительные устройства (ЗРУ). Область применения, требования к конструкциям.
36. Комплектные устройства высокого напряжения: КРУ, КРУН, КРУ с элегазовой изоляцией.
37. Комплектные трансформаторные подстанции.
38. Открытые распределительные устройства (ОРУ), область применения, требования к конструкциям.
39. Оперативные переключения в электроустановках. Оперативно-диспетчерское управление.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 6			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	3	10
Курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.	4	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 7			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	15
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	2	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	15
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Электрические станции и подстанции - <https://cadr4reg.amursu.ru/538f499e735bb8e5b1612ed2bb02c662.pdf>

ЭОР по дисциплине "Электрические системы и сети" - <https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=2228>

ЭОР по дисциплине "Электрические станции и подстанции" - <https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=1731>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. При этом обращать внимание на определения и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости, можно задавать преподавателю вопросы с целью уточнения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
практические занятия	<p>Планы практических работ, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи сообщаются преподавателем в соответствующих учебно-методических материалах. В ходе подготовки к практическим работам необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.</p> <p>Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.</p> <p>Заканчивать подготовку следует составлением конспекта теоретической части работы. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Типовой алгоритм действий при проведении практической работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения. Перед началом практической работы необходимо четко уяснить порядок проведения работы.</p> <p>В ходе выполнения практической работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами, содержащими собственный взгляд на проблему.</p> <p>В заключение преподаватель подводит итоги занятия. Он может (выборочно) проверить отчеты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Планы лабораторных работ, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи сообщаются преподавателем в соответствующих учебно-методических материалах. В ходе подготовки к лабораторным работам необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.</p> <p>Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.</p> <p>Заканчивать подготовку следует составлением конспекта теоретической части работы. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Типовой алгоритм действий при проведении лабораторной работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения. Перед началом лабораторной/практической работы необходимо четко уяснить порядок проведения работы. В ходе выполнения лабораторной работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами, содержащими собственный взгляд на проблему.</p> <p>В заключение преподаватель подводит итоги занятия. Он может (выборочно) проверить отчеты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения.</p>
самостоятельная работа	<p>Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. После каждой лекции преподаватель дает перечень тем на самостоятельное изучение (если это предусмотрено учебным планом). В ходе самостоятельного изучения тем дисциплины необходимо руководствоваться основной и дополнительной литературой, а также информационными источниками в сети Интернет.</p> <p>Студентам рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.</p> <p>Для более полного закрепления материала рекомендуется делать конспекты по темам и вопросам, заданным на самостоятельное изучение. Это позволит эффективнее их проработать и упростит подготовку к итоговому контролю.</p>
курсовая работа по дисциплине	<p>Методические указания по выполнению курсовых работ дают указания относительно общих предъявляемых требований и рекомендаций по написанию и оформлению студенческих курсовых работ, а также требований в объеме программы учебной дисциплины. Выполняя курсовые работы, студенты приобретают опыт работы с научной литературой, вырабатывают и совершенствуют логику изложения материала, а также приобретают умения и навыки творческого применения теоретических положений, связывая их с современной действительностью.</p>
контрольная работа	<p>К выполнению контрольной работы студент должен приступить после тщательного изучения и соответствующих разделов курса по дисциплине.</p> <p>Работа оформляется в виде пояснительной записки с обязательным переписыванием условий задач. При решении задач студент указывает по какой формуле и в каких единицах измерения определяются величины, откуда взяты подставленные в формулу (если они не содержатся в условиях задачи).</p> <p>При использовании таблиц, диаграмм, эмпирических формул и других материалов необходимо сделать ссылку на литературный источник.</p> <p>Вычисление всех величин производится в развернутом виде. Если подставляемая в формулу величина определяется по какой-либо расчетной зависимости, это промежуточное вычисление подробно записывается. Обозначение величин и терминология в пояснительной записке должны соответствовать принятым в учебниках.</p> <p>Решение задач при необходимости должны иллюстрироваться схемами и графиками, тщательно выполненными в соответствующих местах.</p>
письменная работа	<p>Письменная работа представляет собой самостоятельное научное исследование студента в области определенной дисциплины. На основе изучения правовых актов и специальной литературы студент должен дать самостоятельное решение проблем в рамках избранной темы, показать свое видение тех или иных рассматриваемых вопросов. В процессе подготовки письменных работ у студентов развивается творческая активность, формируются умения выявлять имеющиеся проблемы и находить пути их решения</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	Экзамен является заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеет цель проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных/практических занятиях в течение семестра.
тестирование	Тестовые задания предназначены для усвоения основных положений теории организации, для закрепления знаний, полученных в процессе лекционного курса, семинарской и самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой. Тесты - это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. В тестовых заданиях в каждом вопросе до 4 вариантов ответов, из них один вариант ответ правильный.
устный опрос	Устный опрос проводится на основании выполненных обучающимися рефератов, рекомендации к написанию которых приведены выше, необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки "Электроснабжение".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.9 Электрические станции и подстанции

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Николаева С. И. Электроэнергетические сети и системы: учебное пособие / С. И. Николаева. - Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 64 с. - ISBN. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1007833> (дата обращения: 27.08.2020). - Текст : электронный.
2. Щеглов А. И. Релейная защита электрических сетей : учебное пособие / А. И. Щеглов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 144 с. - ISBN 978-5-7782-2653-1. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226531.html> (дата обращения: 26.08.2020). - Текст : электронный
3. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. - 2-е изд., стер. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. - 336 с. - ISBN 978-5-383-00467-8. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004678.html> (дата обращения: 26.08.2020). - Текст : электронный

Дополнительная литература:

1. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 'Электроснабжение' направления подготовки 'Электроэнергетика' / В. А. Андреев. - 6-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2008 . - 639 с : ил. - Гриф МО . - В пер . - Библиогр.: с. 625-634 . - Предм. указ.: с. 621-624. - ISBN 978-5-06-004826-1 - Текст: непосредственный. (29 экз.)
2. Правила устройства электроустановок: вопросы и ответы : учебно-практическое пособие / авт. - сост. : С. С. Бодрухина. - Москва : КНОРУС, 2011. - 288 с. - ISBN 978-5-406-00936-9. - Текст: непосредственный. (40 экз.)
3. Киреева Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебник для среднего профессионального образования по специальности 'Электрические станции, сети и системы' / Э.А. Киреева, С.А. Цырук. - Москва : Академия, 2010. - 288 с : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Рек. ФГУ. - Прил.: с.281. - В пер. - Библиогр.: с. 282. - ISBN 978-7695-5896-2. - Текст: непосредственный. (25 экз.)
4. Санакулов А. Х. Электрические аппараты в устройствах релейной защиты систем электроснабжения : методические указания к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине 'Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения'/ А. Х. Санакулов, К. З. Фатыхов. - Набережные Челны: Изд-во НЧИ К(П)ФУ, 2016. - 88 с. - URL : https://kpfu.ru/publication?p_id=175506 (дата обращения: 26.08.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.9 Электрические станции и подстанции

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows