

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

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Режимы работы и эксплуатация электрооборудования станций и подстанций Б1.В.ДВ.05.01

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Проектирование электротехнических комплексов и систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Ахметшин Р.С.

Рецензент(ы): Илюхин А.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Башмаков Д. А.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

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 образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-13	Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- развития современных направлений электростанций и подстанций;
- основные категории, понятия и термины, используемые в содержании дисциплины;
- электрические схемы, схемы замещения и режимы;
- действия действующих систем, методики расчета параметров, а также функционирования оборудования станций и подстанций в системах электроснабжения.

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 режимов и выбирать рациональный вариант;
- решать комплексные проблемы на основе интеграции различных методов, готовить исходные данные по заданному объекту для расчета, подготовки разработки проектирования.

владеть навыками:

- разработкой чертежей, использования справочной научно-технической литературы, анализом результатов расчета режимов работы оборудования.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.05.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника (Проектирование электротехнических комплексов и систем)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 46 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 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 немашинных источников. Особенности электростанций. Основное электротехническое оборудование, аппараты и устройства. Их выбор. Классификация, назначение, обозначения, основные параметры, Основные режимы работы оборудования станций и подстанций.	3	2	0	6	10
2.	Тема 2. Схемы устройств, главных схем электростанций и подстанций, оперативные схемы, схемы замещения, собственных нужд электростанций и подстанций.	3	2	0	4	10
3.	Тема 3. Работа релейной защиты и противоаварийной автоматики, управления, сигнализации, блокировки в режимах адекватной оборудованию.	3	4	0	4	10
4.	Тема 4. Изоляция оборудования. Диагностика состояния изоляции. Источники перенапряжений. Режимы работы нейтрали и заземления на станций и подстанций.	3	0	0	2	10
5.	Тема 5. Нормативные показатели качества электроэнергии. Работа средств диспетчерского и управления в различных режимах работы оборудования станций и подстанций	3	0	0	2	6
Итого			8	0	18	46

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Современные источники электрической мощности. Характеристика машинных и немашинных источников. Особенности электростанций. Основное электротехническое оборудование, аппараты и устройства. Их выбор. Классификация, назначение, обозначения, основные параметры, Основные режимы работы оборудования станций и подстанций.

Характеристика машинных и немашинных источников. Особенности электростанций. Выбор электрических аппаратов и проводников по условиям нормального режима. Виды расчетных аварийных режимов.

Синхронные компенсаторы. Использование турбогенераторов гидрогенераторов в режиме синхронного компенсатора. Выбор числа и номинальной мощности трансформаторов по нагрузочной способности. Выбор номинальной мощности (авто)трансформатора в зависимости от режимов работы (нормальной и аварийной).

Тема 2. Схемы устройств, главных схем электростанций и подстанций, оперативные схемы, схемы замещения, собственных нужд электростанций и подстанций.

Различают главные схемы и схемы собственных нужд.

Главной схемой электрических соединений станций или подстанций называется совокупность основного электрического оборудования (генераторов, силовых трансформаторов), сборных шин, линий электропередач, коммутационных и других первичных аппаратов определенным образом соединенных между собой.

На чертеже главные схемы изображаются в однолинейном исполнении, то есть для одной фазы. При отключенном положении всех коммутационных элементов все элементы и связи между ними изображаются в соответствии с системой ЕСКД.

Кроме главных схем различают структурные схемы и оперативные. На структурной схеме показывают основные функциональные части электрической установки (генераторы, РУ, силовые трансформаторы) и связи между ними. Структурные схемы служат для разработки более подробных и полных главных схем, а так же для общего ознакомления с работой электроустановки.

Оперативные схемы являются рабочим документом дежурного персонала смены на электрической станции или подстанции, на которой дежурный персонал вносит необходимые изменения в части положения выключателей и разъединителей, происходящих во время дежурства (указывается только основное оборудование).

Нормативные материалы

При проектировании и эксплуатации ЭСиП обычно руководствуются следующими нормативными материалами:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).
2. Правила технической эксплуатации ЭСиП (ПТЭ).
3. Правила ТБ при эксплуатации электроустановок (ПТБ).
4. Нормы технологического проектирования ЭСиП (НТП).

Кроме этого есть ряд специальных руководящих указаний по расчетам и проектированию установок.

Оперативные схемы, схемы замещения, собственных нужд электростанций и подстанций. Токоведущие части в РУ. Шины и шинные конструкции.

Главные схемы ГЭС.

Компоновка оборудования на электрических станциях и подстанциях. Конструкция распределительных устройств. Закрытые распределительные устройства.

Тема 3. Работа релейной защиты и противоаварийной автоматики, управления, сигнализации, блокировки в режимах адекватной оборудованию.

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.

Тема 4. Изоляция оборудования. Диагностика состояния изоляции. Источники перенапряжений. Режимы работы нейтрали и заземления на станциях и подстанций.

Диагностика состояния изоляции. Источники перенапряжений. Режимы работы нейтрали и заземления на станций и подстанций

Вид связи нейтралей машин и трансформаторов с землей в значительной степени определяет уровень изоляции электроустановок и выбор коммутационной аппаратуры, величину перенапряжений и способы их ограничения, токи при однофазных коротких замыканиях на землю, условия работы релейной защиты, безопасность в электрических сетях, электромагнитное влияние на линии связи и т.д.

В зависимости от режима работы нейтрали электрические сети делятся на 4 группы:

- 1) сети с незаземленными (изолированными) нейтральями;
- 2) сети с резонансно-заземленными (компенсированными) нейтральями;
- 3) сети с эффективно-заземленными нейтральями;
- 4) сети с глухозаземленными нейтральями.

Режим нейтрали определяет ток однофазного короткого замыкания, и в зависимости от его величины сети делятся на сети с малыми токами замыкания на землю (менее 500 А), в основном это сети 1-й и 2-й групп, и сети с большими токами замыкания на землю (более 500А).

Тема 5. Нормативные показатели качества электроэнергии. Работа средств диспетчерского и управления в различных режимах работы оборудования станций и подстанций

В соответствии с ГОСТ 13109-87 различают основные и дополнительные показатели качества электроэнергии. К основным показателям качества электроэнергии, определяющим свойства электрической энергии, которые характеризуют ее качество, относятся:

- 1) отклонение напряжения (δU , %);
- 2) размах изменения напряжения (δU_t , %);
- 3) доза колебаний напряжений (ψ , %);
- 4) коэффициент несинусоидальности кривой напряжения ($k_{нсU}$, %);
- 5) коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения нечетного (четного) порядка ($kU(n)$, %);
- 6) коэффициент обратной последовательности напряжений (k_2U , %);
- 7) коэффициент нулевой последовательности напряжений (k_0U , %);
- 8) длительность провала напряжения ($\Delta t_{пр}$, с);
- 9) импульсное напряжение ($U_{имп}$, В, кВ);
- 10) отклонение частоты (Δf , Гц).

Дополнительные показатели качества электроэнергии, представляющие собой формы записи основных показателей качества электроэнергии и используемые в других нормативно-технических документах:

- 1) коэффициент амплитудной модуляции напряжений ($k_{мод}$);
- 2) коэффициент небаланса междуфазных напряжений ($k_{неб.м}$);
- 3) коэффициент небаланса фазных напряжений ($k_{неб.ф}$).

В каждой энергосистеме, объединенных и единой энергосистемах должно быть организовано круглосуточное оперативно-диспетчерское управление согласованной работой электростанций, электрических и тепловых сетей независимо от их форм собственности.

Задачами оперативно-диспетчерского управления являются:

планирование и ведение режимов работы электростанций, сетей и энергосистем, объединенных и единой энергосистем, обеспечивающих энергоснабжение потребителей;

планирование и подготовка ремонтных работ;

обеспечение надежности функционирования энергосистемы, объединенных и единой энергосистем;

выполнение требований к качеству электрической энергии и тепла;

предотвращение и ликвидация технологических нарушений при производстве, передаче и распределении электрической энергии и тепла.

Работа средств диспетчерского и управления в различных режимах работы оборудования станций и подстанций. Технологический процесс производства электрической энергии на электростанциях. Особенности и тенденции использования энергетических станций типа КЭС.

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".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

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 3			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ПК-13	1. Современные источники электрической мощности. Характеристика машинных и немашинных источников. Особенности электростанций. Основное электротехническое оборудование, аппараты и устройства. Их выбор. Классификация, назначение, обозначения, основные параметры, Основные режимы работы оборудования станций и подстанций. 2. Схемы устройств, главных схем электростанций и подстанций, оперативные схемы, схемы замещения, собственных нужд электростанций и подстанций.
2	Лабораторные работы	ПК-13	2. Схемы устройств, главных схем электростанций и подстанций, оперативные схемы, схемы замещения, собственных нужд электростанций и подстанций.
3	Письменная работа	ПК-13	3. Работа релейной защиты и противоаварийной автоматики, управления, сигнализации, блокировки в режимах адекватной оборудованию. 4. Изоляция оборудования. Диагностика состояния изоляции. Источники перенапряжений. Режимы работы нейтрали и заземления на станций и подстанций. 5. Нормативные показатели качества электроэнергии. Работа средств диспетчерского и управления в различных режимах работы оборудования станций и подстанций
	Зачет	ПК-13	

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 3					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
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.	2
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		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 3

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 1, 2

1. Выбор числа и номинальной мощности трансформаторов по нагрузочной способности.
2. Выбор номинальной мощности автотрансформатора в зависимости от режимов работы

3. Проверка условий параллельной работы трансформаторов: расчёт уравнивающих токов, распределение нагрузки между двумя параллельно включёнными трансформаторами, влияние схемы соединения обмоток на возможность параллельной работы трансформаторов
4. Экономика электроснабжения, накопители энергии, ресурсосберегающие технологии.
5. Автоматическое регулирование частоты и мощности.
6. Заземляющие устройства в сетях с заземленной нейтралью.
7. Экологические аспекты электроустановок высокого напряжения
8. Режимы оборудования станции и подстанции и их работы.
9. Современные источники электрической мощности.
10. Основное электротехническое оборудование, аппараты и устройства. Их выбор.
11. Основные режимы работы оборудования станций и подстанций.

2. Лабораторные работы

Тема 2

1. Исследование работы стендового масляного выключателя и выключателя нагрузки в части изменения режима.
2. Исследование полярности включения обмотки и регулирования напряжения путем изменения коэффициента трансформации.
3. Исследование работы стенда АВР (автоматическое включение резерва) и других средств противоаварийной автоматики.
4. Исследование состояния изоляции электрооборудования путем измерения коэффициента абсорбции.
5. Исследование заземляющих устройств в сетях с заземленной нейтралью.
6. Автоматическое регулирование напряжения на трансформаторах и генераторах.
7. Измерение, контроль, сигнализация и управление напряжением и частотой в эл. системе.
8. Исследование методов оценки состояния эл. изоляции оборудования.
9. Методы оценки выбора оптимального варианта технического решения в системе электроснабжения.
10. Типы электроприемников и режимы их работ.

3. Письменная работа

Темы 3, 4, 5

1. Источники переменного и постоянного оперативного тока на электрических станциях и подстанциях
2. Назначение систем управления, контроль и сигнализации. Щиты управления
3. Технологический процесс производства электрической энергии на электростанциях. Особенности и тенденции использования энергетических станций типа КЭС
4. Технологический процесс производства электрической энергии на теплофикационных электрических станциях типа ТЭС, ТЭЦ, а также на станциях типа ГЭС и АЭС
5. Исследование работы стендовой масляного выключателя и выключателя нагрузки в части изменения режима.
6. Исследование полярности включения обмотки и регулирования напряжения путем изменения коэффициента трансформации.
7. Изоляция электрооборудования станций и подстанций.
8. Характеристики оборудования и изделий линий и ПС.
9. Режимы нейтрали и типы энергоустановок.
10. Автоматическое включение синхронного генератора в параллельную работу.
11. Резерв мощности в эл. системе.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Общие сведения об электроэнергетических системах.
2. Нормативные показатели качества электроэнергии.
3. Учет и измерения на электростанциях и подстанциях.
4. Ремонт электрооборудования и сетей.
5. Молниезащита ПС.
6. Линии электропередачи переменного и постоянного тока.
7. Технические, социально-экономические, экологические требования, предъявляемые к системам электроснабжения.
8. Противоаварийная автоматика, контроль и телемеханика в энергосистеме.
9. Диагностика электрооборудования и сетей.
10. Молниезащита ВЛ.
11. Механический расчет ЛЭП.
12. Экономика электроснабжения, накопители энергии, ресурсосберегающие технологии.
13. Автоматическое регулирование частоты и мощности.
14. Заземляющие устройства в сетях с заземленной нейтралью.
15. Экологические аспекты электроустановок высокого напряжения.
16. Понижающие и преобразовательные подстанции.
17. Компенсация реактивной мощности в системе электроснабжения.

18. Автоматическое регулирование напряжения на трансформаторах и генераторах.
19. Заземляющие устройства в сетях с незаземленной нейтралью.
20. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений.
21. Выбор трансформатора и автотрансформатора.
22. Метод расчета падения напряжения и потери мощности в системе электроснабжения.
23. Автоматическое повторное включение.
24. Автоматизация процесса производства электроэнергии.
25. Изоляция электрооборудования станций и подстанций.
26. Характеристики оборудования и изделий линий и ПС.
27. Режимы нейтрали и типы энергоустановок.
28. Автоматическое включение синхронного генератора в параллельную работу.
29. Резерв мощности в эл. системе.
30. Изоляция ВЛ и КЛ.
31. Типы конфигураций электросетей и схемы ОРУ, ЗРУ и ПС.
32. Условия выбора параметров основного оборудования в системах электроснабжения различного назначения.
33. Автоматическое включение резервного питания.
34. Способы измерения, контроля, сигнализации и управления напряжением и частотой в эл. системе.
35. Виды эл. изоляции оборудования.
36. Электрические нагрузки узлов эл. сетей.
37. Методы достижения заданного уровня надежности оборудования в системе электроснабжения.
38. РЗ отходящих линий.
39. Распределительные устройства: схемы и оборудование.
40. Методы оценки состояния эл. изоляции оборудования.
41. Схемы замещения линий и генераторов.
42. Методы расчета эл. нагрузок.
43. РЗ сборных шин подстанций.
44. Собственные нужды эл. подстанций.
45. Оборудование и методы защиты эл. изоляции.
46. Схемы замещения реакторов и автотрансформаторов
47. Типы электроприемников и режимы их работ
48. РЗ блоков генератор ? (авто)трансформатор.
49. Эл. схемы и эл. оборудование эл. станции.
50. Изоляция эл. оборудования станций и подстанций.
51. Расчеты режимов линий и эл. сетей в нормальном и послеаварийном режимах.
52. Особенности систем электроснабжения городов, пром. предприятий, объектов сельского хозяйства и транспорта.
53. РЗ (авто)трансформаторов.
54. Современные и перспективные источники электроэнергии.
55. Изоляция К Л и ВЛ.
56. Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме.
57. Компенсация емкостных токов на ПС.
58. РЗ генераторов.
59. Минигенерирующие электростанции.
60. Виды эл. изоляции оборудования.
61. Качество электроэнергии.
62. Электросберегающие мероприятия.
63. Повреждения и ненормальные режимы (для РЗА).
64. Немашинные источники электроэнергии.
65. Заземляющие устройства в сетях с незаземленной нейтралью.
66. Регулирование напряжения и частоты на электростанции.
67. Методы оценки выбора оптимального варианта технического решения в системе электроснабжения.
68. Типы автоматических устройств РЗ и их функции.
69. Возобновляемые источники электроэнергии.
70. Заземляющие устройства в сетях с глухозаземленной нейтралью.

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 3			
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
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.	2	20
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.	3	20
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Немировский А.Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Немировский А.Е., Сергиевская И.Ю., Крепышева Л.Ю. - 2-е изд., доп. - Москва: Инфра-Инженерия, 2018. - 148 с. - ISBN 978-5-9729-0207-1 - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/989739>

2. Хальясмаа А.И. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Хальясмаа - 2-е изд., стер. - Москва: Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 64 с. - ISBN 978-5-9765-3264-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/947315>

3. Хорольский В. Я. Эксплуатация электрооборудования [Электронный ресурс]: учебник / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, В. Н. Шемякин. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 268 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2511-2. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/106891/#1>

7.2. Дополнительная литература:

1. Пономарчук Н. Р. Режимы работы и эксплуатация электрооборудования электрических станций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Коломиец Н.В., Пономарчук Н.Р., Елгина Г.А. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 72 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/674038>

2. Касаткин А. С. Электротехника [Текст]: учебник для вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов - Москва: Академия, 2008. - 544 с. (111 экз.)

3. Иванов И. И. Электротехника [Текст]: учебное пособие для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 496 с. (19 экз.)

4. Бычков Ю. А. Основы теоретической электротехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. А. Бычков, В.М. Золотницкий, Э. П. Чернышев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 592 с.: ил. - ISBN 978-5-8114-0781-1. https://e.lanbook.com/book/36#book_name

5. Грунтович Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования : учеб. пособие / Н.В. Грунтович. - Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2019. - 271 с. : ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/992991>

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

Основные типы электростанций. Краткая характеристика режимов работы - <https://studfiles.net/preview/4520395/page:3/>

Режимы работы основного электрооборудования электрических станций, сетей и систем - https://bstudy.net/657257/tehnika/rezhimy_raboty_osnovnogo_elektrooborudovaniya_elektricheskikh_stantsiy_setey_sistem

Режимы работы электрооборудования электрических станций и подстанций - <http://window.edu.ru/resource/623/47623/files/susu30.pdf>

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.
лабораторные работы	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. 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. Заканчивая 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. В заключение преподаватель подводит итоги занятия. Он может (выборочно) проверить отчеты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения.
самостоятельная работа	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. 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. 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.

Вид работ	Методические рекомендации
контрольная работа	К выполнению контрольной работы студент должен приступать после тщательного изучения и соответствующих разделов курса по дисциплине. 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). При использовании таблиц, диаграмм, эмпирических формул и других материалов необходимо сделать ссылку на литературный источник. 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. Решение задач при необходимости должны иллюстрироваться схемами и графиками, тщательно выполненными в соответствующих местах.
письменная работа	Письменная работа представляет собой самостоятельное научное исследование студента в области определенной дисциплины. На основе изучения специальной литературы студент должен дать само-стоятельное 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.
зачет	Зачет 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 зачету необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных/практических занятиях в течение семестра.

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

Освоение дисциплины "Режимы работы и эксплуатация электрооборудования станций и подстанций" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian
Браузер Mozilla Firefox
Браузер Google Chrome
Adobe Reader XI

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

Освоение дисциплины "Режимы работы и эксплуатация электрооборудования станций и подстанций" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

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 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" и магистерской программе Проектирование электротехнических комплексов и систем .