

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 Н.Д.Ахметов



« _____ » _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Переходные процессы в электроэнергетических системах

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: 2020

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) старший преподаватель, б/с Дрогайлова Л.Н. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), LNDrogajlova@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-6	Готов определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК-7	Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

1. Оборудование объектов профессиональной деятельности
2. Режимы работы оборудования объектов профессиональной деятельности

Должен уметь:

1. Составить схему замещения любого оборудования объектов профессиональной деятельности
2. рассчитать параметры схемы замещения оборудования объектов профессиональной деятельности

Должен владеть:

1. Практическими методами расчета режимов работы объектов профессиональной деятельности при коротком замыкании в системе электроснабжения,
2. навыками определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности

Должен демонстрировать способность и готовность:

1. определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
2. рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности при любых коротких замыканиях в энергосистеме

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3 курсе в 6 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 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. Тема 1. Общие сведения об электромагнитных переходных процессах.	6	2	0	0	2
2.	Тема 2. Тема 2. Расчетные схемы замещения и их преобразование.	6	6	6	0	10
3.	Тема 3. Тема 3. Расчет трёхфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени при удалённых коротких замыканиях.	6	8	4	0	15
4.	Тема 4. Тема 4. Расчет установившегося тока трёхфазного короткого замыкания при отсутствии автоматического регулирования и при наличии АВР генераторов.	6	2	0	0	4
5.	Тема 5. Тема 5. Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания методом типовых кривых.	6	4	2	0	9
6.	Тема 6. Тема 6. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1 кВ .	6	4	0	0	4
7.	Тема 7. Тема 7. Несимметричные короткие замыкания.	6	8	6	0	8
8.	Тема 8. Тема 8.Сложные виды повреждений.	6	2	0	0	2
	Итого		36	18	0	54

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Общие сведения об электромагнитных переходных процессах.

Введение. Причины возникновения переходных режимов в энергосистемах. Виды переходных процессов: электромагнитные и механические. Необходимость исследования возникающих несимметричных режимов на подстанциях и в электрических сетях. Допущения при расчете переходных процессов. Понятие металлического короткого замыкания.

Тема 2. Тема 2. Расчетные схемы замещения и их преобразование.

Системы единиц, используемые при составлении схем замещения. Виды схем замещения. Составление схем замещения с исключением трансформаторных связей путём приведения параметров всех элементов расчетной схемы к одной ступени напряжения. Составление схем замещения с сохранением трансформаторных связей. Преобразование схем замещения.

Тема 3. Тема 3. Расчет трёхфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени при удалённых коротких замыканиях.

Понятие составляющих токов короткого замыкания: периодический и аperiodический токи, ударный ток короткого замыкания. Осциллограмма тока кз. Способы построения графиков.

Переходной процесс при трёхфазном коротком замыкании в цепи без трансформаторов. Особенности переходного процесса при трёхфазном кз в разветвлённой цепи.

Тема 4. Тема 4. Расчет установившегося тока трёхфазного короткого замыкания при отсутствии автоматического регулирования и при наличии АВР генераторов.

Методика расчета симметричного короткого замыкания в двух частных случаях:

- при отсутствии автоматического регулирования у синхронных генераторов;
- при наличии автоматического регулирования работы генераторов.

Уравнения переходного процесса в синхронной машине и их корни. Изменение во времени тока якоря синхронной машины при трёхфазном кз.

Тема 5. Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания методом типовых кривых.

Семейства основных и дополнительных кривых. Расчет токов кз в случае с одним генератором, несколькими однотипными, находящимися в одинаковых условиях относительно удаленной точки кз и несколькими генераторами, находящимися в разных условиях относительно точки кз. Результирующий ток короткого замыкания.

Тема 6. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1 кВ .

основные факторы, влияющие на переходной процесс при коротком замыкании. Параметры элементов электроустановок переменного и постоянного тока, необходимые для расчета переходных процессов. Составление схем замещения. Расчет трехфазного короткого замыкания.

Электромагнитные переходные процессы в электроустановках с полупроводниковыми преобразователями.

Тема 7. Несимметричные короткие замыкания.

Методы, используемые при расчете несимметричных режимов. Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательности. Параметры различных элементов электроэнергетических систем по отношению к токам обратной и нулевой последовательности.

Влияние и учет переходного сопротивления в месте короткого замыкания.

Тема 8. Сложные виды повреждений.

Однофазное короткое замыкание на землю в системах с незаземленной нейтралью. Расчет токов и напряжений при продольной несимметрии:

- обрыв одной фазы;
- обрыв двух фаз;
- включение в одну из фаз элемента, обладающего сопротивлением;
- включение в две фазы элементов с одинаковым сопротивлением.

Особенности расчета токов и напряжений при однократной продольной несимметрии.

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			
	<i>Текущий контроль</i>		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Устный опрос	ПК-6, ПК-7	1. Тема 1. Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. 2. Тема 2. Расчетные схемы замещения и их преобразование. 4. Тема 4. Расчет установившегося тока трёхфазного короткого замыкания при отсутствии автоматического регулирования и при наличии АВР генераторов. 6. Тема 6. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1 кВ. 8. Тема 8. Сложные виды повреждений.
2	Письменное домашнее задание	ПК-7	2. Тема 2. Расчетные схемы замещения и их преобразование. 5. Тема 5. Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания методом типовых кривых.
3	Контрольная работа	ПК-7	2. Тема 2. Расчетные схемы замещения и их преобразование. 3. Тема 3. Расчет трёхфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени при удалённых коротких замыканиях. 7. Тема 7. Несимметричные короткие замыкания.
	Зачет	ПК-6, ПК-7	

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					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован 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. Продemonстрирован 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.	1
Письменное домашнее задание	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.	
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.	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 6

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 1, 2, 4, 6, 8

1. Что такое коммутация и короткое замыкание?
2. Назовите составляющие тока короткого замыкания.
3. Изобразите полный ток kz в однофазной сети переменного тока
4. Что такое металлическое kz ?
5. Назовите основные параметры синхронных генераторов, дайте схему замещения и расчетную формулу эквивалентного сопротивления переходного, сверхпереходного и обратного.
6. Приведите расчетные формулы эдс синхронных генераторов и электродвигателей.
7. Приведите основные параметры двухобмоточных трансформаторов, дайте схему замещения и расчетные формулы сопротивлений активного и индуктивного.
8. Приведите схему замещения двухобмоточного трансформатора с расщеплённой обмоткой, дайте обозначение такого трансформатора. Назовите основные параметры и расчетные формулы сопротивлений.
9. Перечислите параметры трёхобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Приведите схему замещения и расчетные формулы приведения сопротивлений.
10. Дайте формулы эквивалентных преобразований треугольника сопротивлений в звезду и обратных преобразований.
11. Метод узловых потенциалов и определение эдс для двух параллельных ветвей.
12. Схемы преобразований однофазных схем электроснабжения.
13. Что такое сопротивление прямой последовательности?
14. Основные сведения об электромагнитных переходных процессах. Основные определения.
15. Причины возникновения переходных процессов и следствия.
16. Основные допущения, принимаемые при исследовании электромагнитных переходных процессов.
4. Определение параметров элементов электрических систем в относительных единицах.
17. Принципы составления схем замещения. Определение ЭДС синхронных машин и асинхронных двигателей.
18. Методы преобразования схем замещения. Применение принципа наложения.
19. Переходной процесс в неподвижных магнитосвязанных цепях.
20. Периодическая и аperiodическая составляющая тока трёхфазного короткого замыкания.
21. Ударный ток, ударный коэффициент. Полное значение тока короткого замыкания в функции времени.

22. Составление схем замещения и их чтение
23. На что влияет наличие АРВ генератора
24. Как определить критическое сопротивление при расчете КЗ с регулированием АРВ генератора
25. Какие повреждения относят к сложным видам
26. Особенности схемы замещения при КЗ в сетях до 1 кВ
27. Как учесть шинопровод в схеме замещения сети до 1 кВ
28. Какие виды КЗ вам известны
29. Как изобразить схему замещения генератора
30. Приведите уравнения сопротивлений кабельных линий

2. Письменное домашнее задание

Темы 2, 5

Решение задачи по определению токов КЗ методом типовых кривых при индивидуальном задании
При трехфазном КЗ в точке К исходной схемы определить периодическую составляющую тока КЗ. При определении использовать метод типовых кривых. Принять собственное время отключения выключателя $\tau = 0,1$ с. Из расчетной схемы исключить все нагрузочные ветви и ветви, содержащие асинхронные электродвигатели.

1. Составить схему замещения исходной сети
2. Нанести точку короткого замыкания на схему замещения
3. Определить тип задачи: с одним или несколькими источниками в одинаковых условиях относительно точки КЗ или через добавочное сопротивление
4. Задать базисными величинами мощности и напряжения, для остальных ступеней рассчитать
5. определить расчетные параметры для схемы замещения в относительных единицах
6. По закону Ома вычислить токи в ветвях
7. определить начальные относительные значения токов ветвей, округлить результат до целого значения
8. Пользуясь основными типовыми кривыми, определить для времени короткого замыкания 0,1 сек значение коэффициента гамма
9. Вычислить ток короткого замыкания в каждой ветви отдельно в относительных единицах
10. определить базисный ток в месте КЗ

Варианты индивидуального задания различаются исходным положением точки короткого замыкания, составом оборудования в исходной схеме и цифровыми параметрами оборудования.

3. Контрольная работа

Темы 2, 3, 7

Решение задач по определению токов трёхфазного и любого несимметричного короткого замыкания в энергосистеме.

1. В электрической системе в точке К произошло короткое замыкание (КЗ). Система С характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным среднему номинальному значению. Требуется определить ток короткого замыкания при однофазном КЗ
2. В электрической системе в точке К произошло короткое замыкание (КЗ). Система С характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным среднему номинальному значению. Требуется определить ток короткого замыкания при двухфазном КЗ
3. В электрической системе в точке К произошло трехфазное короткое замыкание (КЗ). Система С характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным среднему номинальному значению. Требуется определить ток короткого замыкания при трёхфазном КЗ
4. В электрической системе в точке К произошло трехфазное короткое замыкание (КЗ). Система С характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным среднему номинальному значению. Требуется определить сопротивление обратной последовательности
5. В электрической системе в точке К произошло трехфазное короткое замыкание (КЗ). Система С характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным среднему номинальному значению. Требуется определить эквивалентное сопротивление схемы
6. В электрической системе в точке К произошло трехфазное короткое замыкание (КЗ). Система С характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным среднему номинальному значению. Требуется определить параметры схемы замещения
7. В электрической системе в точке К произошло трехфазное короткое замыкание (КЗ). Система С

характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным среднему номинальному значению. Требуется определить дополнительное сопротивление для однофазного короткого замыкания

8. В электрической системе в точке К произошло трехфазное короткое замыкание (КЗ). Система С характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным среднему номинальному значению. Требуется определить дополнительное сопротивление для двухфазного кз

9. В электрической системе в точке К произошло трехфазное короткое замыкание (КЗ). Система С характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным среднему номинальному значению. Требуется определить сопротивление нулевой последовательности

10. В электрической системе в точке К произошло трехфазное короткое замыкание (КЗ). Система С характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным среднему номинальному значению. Требуется определить ток кз при двухфазном замыкании на землю.

Расчет провести в системе относительных единиц при точном приведении. Рекомендации для определения активных сопротивлений элементов сети:

1. Для определения сопротивлений трансформаторов и автотрансформаторов использовать зависимости $X_t/R_t = f(S_n/U_n)$. Для трансформаторов мощностью 25 МВ \cdot А и менее принять $X_t/R_t = 10$.
2. Для обобщенной нагрузки принять $X_t/R_t = 4 \sqrt{5}$.
3. Для генераторов, синхронных компенсаторов и двигателей принять режим работы до короткого замыкания с коэффициентом мощности $\cos \varphi_n$ и с номинальным напряжением при заданной нагрузке.

Варианты индивидуального задания различаются исходным положением точки короткого замыкания, составом оборудования в исходной схеме и цифровыми параметрами оборудования.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Основные сведения об электромагнитных переходных процессах. Основные определения.
2. Причины возникновения переходных процессов и следствия.
3. Основные допущения, принимаемые при исследовании электромагнитных переходных процессов.
4. Определение параметров элементов электрических систем в относительных единицах.
5. Принципы составления схем замещения. Определение ЭДС синхронных машин и асинхронных двигателей.
6. Методы преобразования схем замещения. Применение принципа наложения.
7. Переходной процесс в неподвижных магнитосвязанных цепях.
8. Периодическая и аperiodическая составляющая тока трёхфазного короткого замыкания.
9. Ударный ток, ударный коэффициент. Полное значение тока короткого замыкания в функции времени.
10. Баланс магнитных потоков в продольной оси ротора в начальный момент внезапного изменения режима.
11. Переходные и сверхпереходные ЭДС и реактивности синхронной машины
12. Влияние нагрузки в начальный момент короткого замыкания.
13. Влияние асинхронного двигателя в начальный момент короткого замыкания.
14. Общие уравнения переходного процесса синхронных машин.
15. Алгоритм определения установившегося тока короткого замыкания при отсутствии автоматического регулирования возбуждения.
16. Алгоритм определения установившегося тока короткого замыкания в системе, содержащей генераторы с автоматическими регуляторами возбуждения.
17. Протекание переходного процесса в синхронном генераторе. Определение действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания в момент времени t с учетом и без учета автоматического возбуждения генератора.
18. Величины, характеризующие отключающую способность выключателя. Условия проверки выключателей по отключающей способности.
19. Определение токов короткого замыкания в произвольный момент времени.
20. Метод типовых кривых. Порядок расчёта периодической слагающей тока короткого замыкания в схеме с одним генератором.
21. Порядок расчёта периодической слагающей тока короткого замыкания в схеме с несколькими генераторами, находящимися в одинаковых условиях относительно точки короткого замыкания.
22. Порядок расчёта периодической слагающей тока короткого замыкания в схеме с несколькими генераторами, находящимися в разных условиях относительно точки короткого замыкания.

23. В каких случаях используются основные и дополнительные кривые. Каков алгоритм расчета тока короткого замыкания с использованием метода типовых кривых.
24. Схемы замещения для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей.
25. Параметры элементов электрической системы для токов различных последовательностей.
26. Особенности составления схемы замещения нулевой последовательности.
27. Виды несимметричных коротких замыканий и схемы замещения в аварийном режиме.
28. Правило эквивалентности прямой последовательности.
29. Порядок расчета токов несимметричных коротких замыканий.
30. Составление схемы замещения в сетях напряжением до 1 кВ.
31. Расчет тока при трёхфазном коротком замыкании в сетях напряжением до 1 кВ.
32. Виды несимметричных коротких замыканий и схемы замещения в аварийном режиме.
33. Схемы замещения для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей
34. Классификация электромеханических переходных процессов. Характеристики системы, содержащей любое число линейных элементов.
35. Простейшая оценка статической устойчивости.
36. Практический критерий статической устойчивости простейшей системы.
37. Простейшая оценка динамической устойчивости.
38. Устойчивость системы, содержащей станцию, питающую через ЛЭП нагрузку соизмеримой мощности.
39. Способ площадей при исследовании устойчивости
40. Применение способа площадей при анализе автоматического регулирования возбуждения.
41. Влияние управления током возбуждения на качания генератора.
42. Связь между видом корней характеристического уравнения и видом переходного процесса.
43. Анализ статической устойчивости нерегулируемой и регулируемой систем.
44. Процесс выпадения генератора из синхронизма.
45. Мероприятия по повышению статической устойчивости.
46. Меры предотвращения режимов короткого замыкания.
47. Мероприятия по повышению динамической устойчивости.

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			
Текущий контроль			
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.	1	10
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
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.	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 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 и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования 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 библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

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

.Марченко А. Л. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде Multisim [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А. Л. Марченко, С. В. Освальд. ? Москва: ДМК Пресс, 2010. ? 448 с.: ил. ? ISBN 978-5-94074-593-8. - <http://e.lanbook.com/view/book/897/>

Расчет токов короткого замыкания - 1 Onlain-electric.ru

Электрооборудование - www.softflex.ru

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой - в ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых/</p> <p>Возможно применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий на следующих платформах и ресурсах:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Edu.kpfu.ru (id =2005) - в команде "Microsoft Teams"; -в Виртуальной аудитории
практические занятия	<p>Работа на практических занятиях предполагает активное участие в осуждении выдвинутых в рамках тем вопросов. Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. Возможно применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий на следующих платформах и ресурсах:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Edu.kpfu.ru (id =2005) - в команде "Microsoft Teams"; -в Виртуальной аудитории
самостоятельная работа	<p>рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.</p>
письменное домашнее задание	<p>Письменная домашняя работы и задания могут быть индивидуальными и общими. при выполнении письменной домашней работы необходимо обратить внимание на составление схем замещения, определение параметров схемы и базисных напряжений. Дальнейшим этапом будет сворачивание схемы замещения к точке короткого замыкания.</p>
устный опрос	<p>Устный опрос формирует вопросы плохо освещенные на лекционных занятиях. Ответы на них помогут глубже разобраться в тематике лекционного материала, в составлении общего представления о дисциплине и электромагнитных явлениях в системах электроснабжения. Ознакомление с источниками основной литературы необходимо.</p>
контрольная работа	<p>контрольная работа имеет общую тему и индивидуальное задание. выполненная работа формирует практические навыки по определению параметров оборудования объектов производственной деятельности, их схем замещения и расчетов режимов работы систем энергоснабжения. Знание основных источников информации необходимо при выполнении контрольной работы.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>При подготовке к зачету необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на семинарах и практических занятиях в течение семестра. В каждом билете на зачете содержатся 2 вопроса и тематическая задача. Основное значение следует уделить решению задачи. Тематика задачи может охватывать многие вопросы практических занятий.</p> <p>Возможно применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий на следующих платформах и ресурсах:</p> <ul style="list-style-type: none">-Edu.kpfu.ru (id =2005)- в команде "Microsoft Teams";-в Виртуальной аудитории

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.

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.06 Переходные процессы в электроэнергетических
системах

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: 2020

Основная литература:

1. Кузнецов С. М. Электронная защита от токов короткого замыкания и автоматика в распределительных устройствах 6-10 кВ тяговых и трансформаторных подстанций учебное пособие / С.М. Кузнецов. - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 104 с. - ISBN 978-5-7782-1453-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546525> (дата обращения: 29.06.2020). - Текст : электронный.
2. Сибикин Ю. Д. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва : Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-977-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/486376> (дата обращения: 29.06.2020). - Текст : электронный.
3. Коробов Г. В. Электроснабжение: курсовое проектирование : учебное пособие для вузов, обучающихся по направлению 'Агроинженерия' / Г. В. Коробов, В. В. Картавцев, Н. А. Черемисинова ; под ред. Г. В. Коробова. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 187 с : схемы, табл. - ([Учебники для вузов. Специальная литература]). - Прил.: с. 156-184. - Рек. УМО. - В пер. - Библиогр.: с. 153. - ISBN 978-5-8114-1164-1. - Текст: непосредственный (29 экз.).
4. Дрогайлова Л.Н. Расчет токов короткого замыкания в энергосистемах и устойчивость электрических систем: учебное пособие/ Л.Н. Дрогайлова. - Допущено УМО вузов РФ по образованию в области электроэнергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 140606, 140607, 140211 и других электроэнергетических специальностей 140600: Набережные Челны, НЧИ КФУ, 2014. - Ч.1, 106 с. - Кафедра ЭиЭ, - Текст: непосредственный (50 экз.).

Дополнительная литература:

1. Суворин А. В. Электротехнологические установки : учебное пособие / А. В. Суворин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 376 с. - ISBN 978-5-7638-2226-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/442851> (дата обращения: 29.06.2020). - Текст : электронный.
2. Киреева Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебник / Э.А. Киреева, С.А. Цырук. - Москва : Академия, 2010. - 288 с. : ил. - (Среднее проф. образование). - Библиогр.: с. 282. - Рек. ФГУ. - Прил.: с.281. - В пер. - ISBN 978-7695-5896-2. - Текст: непосредственный (25 экз.)
3. Пантелеев В. И. Многоцелевая оптимизация и автоматизированное проектирование управления качеством электроснабжения в электроэнергетических системах : монография / В. И. Пантелеев, Л. Ф. Поддубных. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2009. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-1924-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/442973> (дата обращения: 29.06.2020). - Текст : электронный.
4. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник / В. А. Андреев. - 6-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2008. - 639 с. : ил. - Библиогр.: с. 625-634. - Предметный указ.: с. 621-624. - Гриф МО. - В пер. - ISBN 978-5-06-004826-1. - Текст: непосредственный (28 экз.)
5. Армеев Д. В. Переходные процессы в электрических системах : монография / Д.В. Армеев, Е.П. Гусев. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 332 с. - ISBN 978-5-7782-2498-8. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224988.html> (дата обращения: 12.04.2021). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.06 Переходные процессы в электроэнергетических
системах

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: 2020

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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.