

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

Переходные процессы в электроэнергетических системах Б1.В.06

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: 2019

Автор(ы): Дрогайлова Л.Н.

Рецензент(ы): Гумеров А.З.

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) 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 образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, 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

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

Классификацию и виды переходных процессов в электроэнергетических системах, методы расчета токов короткого замыкания в сетях до 1 кВ и выше 1 кВ,

особенности развития переходных процессов в синхронной машине при близкой и удаленной точке короткого замыкания,

знать способы и возможности регулирования процессов в синхронных и асинхронных машинах, мероприятия по улучшению надежности и качества переходных процессов энергосистем.

Должен уметь:

Составить схему замещения при любом виде короткого замыкания,

рассчитать начальные и произвольные моменты времени короткого замыкания,

уметь определить периодическую и апериодическую составляющие трёхфазного короткого замыкания,

использовать комплексные схемы замещения при анализе сложных несимметричных повреждений,

анализировать статическую и динамическую устойчивость в нерегулируемой и регулируемой системах.

Должен владеть:

Практическими методами расчета периодической составляющей тока короткого замыкания,

правилом эквивалентности при расчете несимметричных повреждений, практическими критериями анализа статической и динамической устойчивости.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

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

Данная учебная дисциплина 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. Виды коротких замыканий и общая характеристика.	6	2	0	0	4
3.	Тема 3. Тема 3. Расчетные схемы замещения и их преобразование.	6	4	4	0	3
4.	Тема 4. Тема 4. Переходные процессы в трёхфазных электрических цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения.	6	2	2	0	4
5.	Тема 5. Тема 5. Расчет трёхфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени при удалённых коротких замыканиях.	6	2	2	0	4
6.	Тема 6. Тема 6. Расчет установившегося тока трёхфазного короткого замыкания при отсутствии автоматического регулирования и при наличии АВР генераторов.	6	2	0	0	4
7.	Тема 7. Тема 7. Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания методом типовых кривых.	6	2	2	0	4
8.	Тема 8. Тема 8. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1 кВ .	6	2	0	0	4
9.	Тема 9. Тема 9. Несимметричные короткие замыкания.	6	4	4	0	5
10.	Тема 10. Тема 10.Правило эквивалентности прямой последовательности.	6	2	2	0	3
11.	Тема 11. Тема 11.Сложные виды повреждений.	6	2	0	0	2
12.	Тема 12. Тема 12.Уравнения электромагнитных переходных процессов в машине переменного тока.	6	2	0	0	5
13.	Тема 13. Тема 13.Классификация электромеханических переходных процессов.	6	2	2	0	2
14.	Тема 14. Тема 14. Переходные процессы при больших кратковременных возмущениях и малых изменениях скорости.	6	2	0	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
15.	Тема 15. Тема 15. Режимы при больших возмущениях и больших изменениях скорости.	6	2	0	0	3
16.	Тема 16. Тема 16 Режимы при малых возмущениях и малых изменениях скорости.	6	2	0	0	3
	Итого		36	18	0	54

4.2 Содержание дисциплины

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. Виды коротких замыканий и общая характеристика.

Общие сведения об электромагнитных переходных процессах.

Виды коротких замыканий и общая характеристика. Допущения, принимаемые при расчете токов короткого замыкания. Параметры расчетных схем, необходимые для расчета электромагнитных переходных процессов. Эквивалентные преобразования, метод узловых потенциалов.

Тема 3. Тема 3. 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 4. Тема 4. Переходные процессы в трёхфазных электрических цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения.

Переходной процесс при трёхфазном коротком замыкании в цепи без трансформатора. Особенности переходного процесса в разветвлённой цепи, процесс при включении в сеть трансформатора с разомкнутой вторичной обмоткой и переходной процесс при коротком замыкании за трансформатором. Составление схем замещения с сохранением трансформаторных связей.

Тема 5. Тема 5. Расчет трёхфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени при удалённых коротких замыканиях.

Понятие составляющих токов короткого замыкания: периодический и апериодический 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 6. Тема 6. 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 7. Тема 7. 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 удалённой точки кз и несколькими генераторами, находящимися в разных условиях относительно точки кз. Результирующий ток короткого замыкания.

Тема 8. Тема 8. Расчёт 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 9. Тема 9. 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 10. Правило эквивалентности прямой последовательности.

Расчет несимметричных коротких замыканий разных видов:

- однофазные кз,
- двухфазные кз.
- двухфазные кз на землю.

расчет тока в произвольной ветви и напряжения в произвольном узле при несимметричных коротких замыканиях. Соотношение токов короткого замыкания разных видов при замыканиях в одной и той же точке.

Тема 11. Сложные виды повреждений.

Однофазное короткое замыкание на землю в системах с незаземлённой 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.

Тема 12. Уравнения электромагнитных переходных процессов в машине переменного тока.

Исходные дифференциальные уравнения переходных процессов в синхронной машине. Уравнения Парка - Горева. Линейные преобразования уравнений трёхфазной электрической машины. Понятие об изображающем векторе. Линейные преобразования исходных дифференциальных уравнений переходного процесса в синхронной машине к осям ротора.

Тема 13. Классификация электромеханических переходных процессов.

Классификация электромеханических переходных процессов. Характеристика мощности. Понятие о статической и динамической устойчивости. Колебание угловой мощности и относительной угловой скорости генератора при отключении линии. Нарушение динамической устойчивости при отключении одной линии. нарастание угла при нарушении устойчивости.

Тема 14. Переходные процессы при больших кратковременных возмущениях и малых изменениях скорости.

Переходные процессы при больших кратковременных возмущениях и малых изменениях скорости. Исследование относительного движения ротора с помощью способа площадей. Метод последовательных интервалов в схеме ? станция - шины? при учете электромагнитных переходных процессов. Расчёт переходных процессов в сложной системе.

Тема 15. Режимы при больших возмущениях и больших изменениях скорости.

Расчёты асинхронного хода, ресинхронизации, результирующей устойчивости. Синхронная и асинхронная составляющие мощности и электромагнитного момента. Полная реактивная мощность: синхронная, асинхронная и намагничивания. Особенности и порядок расчета результирующей устойчивости. Оценка возможного скольжения машины, работающей асинхронно.

Тема 16. Режимы при малых возмущениях и малых изменениях скорости.

Анализ простейшей нерегулируемой системы. Анализ нерегулируемой системы из двух станций. Анализ сложных нерегулируемых систем. Влияние форсировки возбуждения на динамическую устойчивость. Влияние форсировки возбуждения на статическую устойчивость. Анализ систем, имеющих автоматическое регулирование. Мероприятия по улучшению надёжности и качества переходных процессов энергосистем.

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 6			
	Текущий контроль		
1	Письменная работа	ПК-7, ПК-6	3. Тема 3. Расчетные схемы замещения и их преобразование. 5. Тема 5. Расчет трёхфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени при удалённых коротких замыканиях. 7. Тема 7. Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания методом типовых кривых. 9. Тема 9. Несимметричные короткие замыкания. 10. Тема 10. Правило эквивалентности прямой последовательности.
2	Устный опрос	ПК-6	1. Тема 1. Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. 2. Тема 2. Виды коротких замыканий и общая характеристика. 8. Тема 8. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1 кВ.
3	Письменное домашнее задание	ПК-7	4. Тема 4. Переходные процессы в трёхфазных электрических цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения. 7. Тема 7. Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания методом типовых кривых. 9. Тема 9. 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					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Письменное домашнее задание	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. Письменная работа

Темы 3, 5, 7, 9, 10

Практическое занятие ♦1 Составление расчетных схем и их схем замещения. Преобразование схем замещения. Базисные мощности и напряжения ступеней.

При составлении схем замещения необходимо изучить материал соответствующих лекций. Знания по изученным дисциплинам позволяют правильно читать схемы, различать используемое электрооборудование и выполнять преобразование схем замещения.

Практическое занятие ♦2. Расчет трёхфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени при удалённых коротких замыканиях.

При подготовке к практическому занятию необходимо изучить материал лекции.

- 1. Что такое короткое замыкание?
- 2. Виды коротких замыканий
- 3. составляющие тока короткого замыкания
- 4. Изобразите осциллограмму тока кз
- 5. Понятие ударного тока кз
- 6. Как построить осциллограмму тока кз?
- 7. Сколько времени длится короткое замыкание?
- 8. По какому закону вычисляется периодический ток кз?
- 9. Записать мгновенное значение тока кз
- 10. Как рассчитать ток кз для любого момента времени?

Практическое занятие ♦3-4. Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания методом типовых кривых.

При подготовке к занятию изучить лекционный материал. Знать ответы на следующие вопросы:

- 1. Какие кривые называют основными?
- 2. Какие зависимости относятся к дополнительным кривым?
- 3. Допущения при расчете по методу типовых кривых
- 4. Схема замещения для синхронного генератора
- 5. Порядок расчета схемы с одним источником энергии
- 6. Схема замещения системы питания
- 7. Порядок расчета схемы с несколькими источниками энергии, находящимися в одинаковых условиях относительно точки кз
- 8. Порядок расчета схемы с двумя источниками энергии, находящихся в разных условиях относительно точки кз
- 9. Порядок расчета схемы с двумя генераторами, если они находятся в условной трёхлучевой звезде по отношению к точке кз
- 10. Какой ток кз рассчитывается по методу типовых кривых

Практическое занятие ♦5-6. Расчет несимметричных коротких замыканий. Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательности. Правило эквивалентности прямой последовательности.

Порядок расчета:

1. Составить схему замещения прямой последовательности. Представить все элементы схемы и рассчитать их относительные значения, задавшись предварительно базисными значениями мощности и напряжением первой ступени.
2. Свернуть схему замещения к точке кз так, чтобы она состояла из источника и сопротивления прямой последовательности
3. Рассчитать трёхфазный ток короткого замыкания
4. Составить схему аварийного короткого замыкания, внося в последнюю схему дополнительное сопротивление
5. Определиться с видом несимметричного кз и определить формулу для расчета дополнительного сопротивления
6. Составить схему обратной последовательности и вычислить эквивалентное сопротивление обратной последовательности
7. В зависимости от вида кз составить схему нулевой последовательности и вычислить сопротивление нулевой последовательности
8. Рассчитать условный ток в аварийной схеме замещения
9. Получить искомый ток определённого вида кз

Практическое занятие ♦7. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1 кВ. Составление схем замещения.

Порядок расчета:

1. Составить схему замещения для расчета тока кз. Учесть сопротивления всех элементов. контактов. электрической дуги, дополнительных сопротивлений на шинах и т.п.
2. Расчет вести в именованных единицах. Рассчитать сопротивления и эдс всех элементов схемы
3. Привести значение источника и его сопротивление к напряжению НН
4. Наметить точки кз и выполнять свертывание схемы от источника к точке кз
5. Рассчитать токи кз по закону Ома
6. Определить апериодический и ударный токи

2. Устный опрос

Темы 1, 2, 8

1. Что такое коммутация и короткое замыкание?
2. Назовите составляющие тока короткого замыкания.

3. Изобразите полный ток k_3 в однофазной сети переменного тока
4. Что такое металлическое k_3 ?
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

3. Письменное домашнее задание

Темы 4, 7, 9

Задание.

В электрической системе в точке К (рис.1 - 9) произошло трехфазное короткое замыкание (КЗ). Система С характеризуется как источник неизменного напряжения. На шинах системы значение напряжения принять равным $U_{ср.ном}$. Исходные данные для расчета приведены в табл. 1 - 45. Требуется определить:

1. Периодическую составляющую тока КЗ в начальный момент $I_{по}$.
2. Ударный ток короткого замыкания $I_{уд}$.
3. Аperiodическую составляющую тока КЗ в момент t расхождения контактов выключателя $I_{a(t)}$ (принять $\beta = 0,08$ с).

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 $X_t/R_t = f(S_n/U_n)$, приведенные в [1]. Для трансформаторов мощностью 25 МВ \cdot А и менее принять $X_t/R_t = 10$.
2. Для обобщенной нагрузки принять $X_t/R_t = 4 \cdot S_n$.
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.

Начертить осциллограмму полного тока КЗ.

Исходные данные при выполнении задания выдаются преподавателем индивидуально.

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			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Текущий контроль			
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.	1	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	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.	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. Электронная защита от токов короткого замыкания и автоматика в распределительных устройствах 6-10 кВ тяговых и трансформаторных подстанций/Кузнецов С.М. - Новосибир.: НГТУ, 2010. - 104 с.: ISBN 978-5-7782-1453-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/546525>
2. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Сибикин Ю.Д. - Москва: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с. - (Высшее образование: Бакалавриат) - ISBN 978-5-91134-977-6.- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/486376>
3. Коробов Г. В. Электроснабжение [Текст] : 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 : 419-98 , 29 экз.
4. Дрогайлова Л.Н. Расчет токов короткого замыкания в энергосистемах и устойчивость электрических систем. Учебное пособие/ Дрогайлова Л.Н. 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, 50 экз.

7.2. Дополнительная литература:

1. Суворин А. В. Электротехнологические установки [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Суворин. ? Красноярск : Сибирский федеральный ун-т, 2011. ? 376 с. ? ISBN 978-5-7638-2226-7. ? Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=442851>. //
2. Киреева Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Текст] : 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. 25 экз //
3. Пантелеев В. И. Многоцелевая оптимизация и автоматизированное проектирование управления качеством электроснабжения в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] : монография / В. И. Пантелеев, Л. Ф. Поддубных. ? Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2009. ? 194 с. ? ISBN 978-5-7638-1924-3. ? Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=442973>. //
4. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст] : 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. 29 экз

5. Армеев Д.В. Переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс] / Армеев Д.В., Гусев Е.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224988.html>

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.softlex.ru

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	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. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
практические занятия	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.
самостоятельная работа	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 и дипломных работ.
письменная работа	При подготовке к выполнению письменной работы рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, которые дополнительно разрабатываются на практических занятиях. 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. Письменная домашняя работы и задания могут быть индивидуальными и общими.
устный опрос	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.
письменное домашнее задание	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.
зачет	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.

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

Освоение дисциплины "Переходные процессы в электроэнергетических системах" 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

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.

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

Освоение дисциплины "Переходные процессы в электроэнергетических системах" 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.

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 .