

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

Релейная защита электроэнергетических систем Б1.В.05

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: на базе СПО

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Ахметшин Р.С.

Рецензент(ы): Илюхин А.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Башмаков Д. А.

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

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

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

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6	Готов определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

Должен демонстрировать способность и готовность:

- готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
- готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике
- способность составлять и оформлять типовую техническую документацию
- способность участвовать в пусконаладочных работах

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 18 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 6 часа(ов), лабораторные работы - 6 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 117 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 5 семестре; экзамен 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. Введение. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения. Общие принципы выполнения РЗ. Электромеханические реле.	5	2	0	0	8
2.	Тема 2. Общие сведения о РЗ. Источники оперативного тока. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки.	5	0	0	0	8

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Токовые направленные защиты. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.	5	0	0	0	8
4.	Тема 4. Защита от однофазных КЗ на землю в сети с глухозаземленной нейтралью. Дифференциальная защита линий	5	2	0	0	8
5.	Тема 5. Поперечная дифференциальная защита линий. Дистанционная защита линий.	6	0	2	0	21
6.	Тема 6. Защита силовых трансформаторов. Общие сведения. Защита трансформаторов от внешних КЗ.	6	0	2	2	22
7.	Тема 7. Газовая защита трансформаторов. Схемы защиты трансформаторов. Защита электродвигателей от междуфазных КЗ. Защита электродвигателей от однофазных КЗ на землю.	6	2	0	2	21
8.	Тема 8. Защита сборных шин. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения. Токовая цифровая защита.	6	0	2	2	21
	Итого		6	6	6	117

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения. Общие принципы выполнения РЗ. Электромеханические реле.

Введение. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения. Виды коротких замыканий. Трехфазные КЗ, двухфазные КЗ. Однофазные КЗ на землю. Основные требования к РЗ от повреждений и ненормальных режимов. Коэффициент чувствительности. Токи срабатывания и токи возврата реле. Качения в энергосистемах.

Общие принципы выполнения релейной защиты. Структурная схема релейной защиты. Принципиальные схемы релейной защиты, условные обозначения. Устройство, принцип действия электромеханических реле. Электромагнитные реле тока и напряжения. Промежуточные реле, реле времени. Реле с герметизированными магнитоуправляемыми контактами

Тема 2. Общие сведения о РЗ. Источники оперативного тока. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки.

Общие сведения о РЗ. Источники оперативного тока и их характеристика. Назначение источников оперативного тока. Постоянный оперативный ток. Переменный оперативный ток. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки. Устройство, принцип действия. Согласование, селективность, выбор тока срабатывания, выдержки времени, схемы.

Токовые защиты. Максимальная токовая защита. Токовая отсечка. Принцип действия и селективность максимальной токовой защиты. Выбор тока срабатывания. Выбор выдержки времени. Схемы МТЗ. Согласование защит по чувствительности. Оценка МТЗ. Назначение и принцип действия токовой отсечки. Мгновенные ТО на линиях с односторонним и двусторонним питанием. Оценка ТО.

Тема 3. Токовые направленные защиты. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.

Токовые направленные защиты. Назначение и принцип действия токовых направленных защит. Зона каскадного действия и мертвая зона направленных максимальных токовых защит. Выбор тока срабатывания направленных максимальных токовых защит. Выдержки времени направленных максимальных токовых защит. Реле направления мощности. схемы.

Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью. Назначение и принцип действия защит от замыканий на землю. Требования к защитам от замыканий на землю. Выполнение защит от замыканий на землю. Оценка токовой защиты нулевой последовательности в сети с изолированной нейтралью.

Тема 4. Защита от однофазных КЗ на землю в сети с глухозаземленной нейтралью. Дифференциальная защита линий

Защита от однофазных коротких замыканий на землю в сети с глухозаземленной нейтралью. Назначение и принцип действия защит от однофазных коротких замыканий на землю в сети с глухозаземленной нейтралью. Схема и принцип действия максимальной токовой защиты нулевой последовательности. Оценка токовой защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью.

Дифференциальная защита линий. Назначение и принцип действия продольной дифференциальной защиты линий. Определение параметра срабатывания продольной дифференциальной защиты линий. Выполнение продольной дифференциальной защиты линий. Оценка продольной дифференциальной защиты линий. Схемы продольной дифференциальной защиты линий.

Тема 5. Поперечная дифференциальная защита линий. Дистанционная защита линий.

Поперечная дифференциальная защита линий. Назначение и принцип действия поперечной дифференциальной защиты линий. Определение параметра срабатывания поперечной дифференциальной защиты линий. Выполнение поперечной дифференциальной защиты линий. Оценка поперечной дифференциальной защиты линий. Схемы поперечной дифференциальной защиты линий.

Дистанционная защита линий. Назначение и принцип действия дистанционной защиты линий. Определение параметра срабатывания дистанционной защиты линий. Основные элементы дистанционной защиты линий. Выполнение и работа дистанционной защиты линий. Оценка дистанционной защиты линий. Схемы дистанционной защиты линий.

Тема 6. Защита силовых трансформаторов. Общие сведения. Защита трансформаторов от внешних КЗ.

Защита силовых трансформаторов. Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов. Защита силовых трансформаторов от междуфазных коротких замыканий в обмотках и на их выводах. Токовая отсечка. Дифференциальная токовая защита силовых трансформаторов. Токи небаланса в дифференциальной токовой защите трансформаторов.

Защита трансформаторов от внешних коротких замыканий. Максимальная токовая защита трансформаторов. Токовая отсечка трансформаторов. Принципиальные схемы токовых защит понижающего трансформатора от внешних коротких замыканий и перегрузки. Принципиальные схемы МТЗ нулевой последовательности повышающего трансформатора от замыканий на землю.

Тема 7. Газовая защита трансформаторов. Схемы защиты трансформаторов. Защита электродвигателей от междуфазных КЗ. Защита электродвигателей от однофазных КЗ на землю.

Газовая защита трансформаторов. Назначение и принцип действия газовой защиты трансформаторов. Принципиальная схема устройства газового реле. Основные требования при монтаже газовой защиты. Достоинства и недостатки газовых защит. Защита трансформаторов от перегрузки. Выбор тока срабатывания защиты. Схемы защиты трансформаторов от перегрузки.

Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей. Защита электродвигателей от междуфазных коротких замыканий. Назначение и принцип действия. Выбор тока срабатывания, выдержки времени защиты электродвигателей от междуфазных коротких замыканий. Схемы защиты электродвигателей от междуфазных коротких замыканий на постоянном оперативном токе.

Защита электродвигателей от однофазных коротких замыканий на землю. Назначение и принцип действия. Выбор тока срабатывания, выдержки времени защиты электродвигателей от однофазных коротких замыканий на землю. Принципиальная схема защиты от однофазных коротких замыканий на землю с применением фильтра токов нулевой последовательности.

Тема 8. Защита сборных шин. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения. Токовая цифровая защита.

Защита сборных шин. Причины возникновения коротких замыканий на шинах в системах электроснабжения. Назначение и принцип действия защиты. Дифференциальная защита шин. Токораспределение во вторичных цепях дифференциальной защиты шин при внешних коротких замыканиях и КЗ на шинах. Выбор тока срабатывания дифференциальной защиты шин.

Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения. Характеристики основных узлов цифровых устройств релейной защиты. Проводные каналы связи. Схема передачи информации с использованием волоконно-оптического канала связи. Обработка информации в цифровых релейных защитах. Программное обеспечение и измерительные органы цифровой защиты.

Токовая цифровая защита. Назначение и принцип действия токовой цифровой защиты. Цифровая защита от перегрузки. Функциональная схема цифровой защиты от перегрузок. Цифровая токовая отсечка. Функциональная схема цифровой токовой отсечки. Цифровой защита от междуфазных коротких замыканий. Оценка цифровых РЗ.

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 5			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-6	2. Общие сведения о РЗ. Источники оперативного тока. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки. 4. Защита от однофазных КЗ на землю в сети с глухозаземленной нейтралью. Дифференциальная защита линий
2	Письменное домашнее задание	ПК-6	1. Введение. Повреждения ненормальные режимы работы систем электроснабжения. Общие принципы выполнения РЗ. Электромеханические реле. 3. Токовые направленные защиты. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.
Семестр 6			
	Текущий контроль		
1	Курсовая работа по дисциплине	ПК-6	6. Защита силовых трансформаторов. Общие сведения. Защита трансформаторов от внешних КЗ. 7. Газовая защита трансформаторов. Схемы защиты трансформаторов. Защита электродвигателей от междуфазных КЗ. Защита электродвигателей от однофазных КЗ на землю.
2	Письменная работа	ПК-6	5. Поперечная дифференциальная защита линий. Дистанционная защита линий.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Устный опрос	ПК-6	8. Защита сборных шин. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения.Токовая цифровая защита.
	Экзамен	ПК-6	

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 5					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
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.	2
Семестр 6					
Текущий контроль					
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.	Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	1

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.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

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

Семестр 5

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 2, 4

1. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения.
2. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ.
3. Устройство и принцип действия электромагнитных реле.
4. Устройство и принцип действия индукционных реле.
5. Токовые защиты.
6. Максимальная токовая защита.
7. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.
8. Схемы защит от замыканий на землю.
9. Схема АВР.
10. Резервирование потребителей 1-ой категории по надежности электроснабжения.
11. Резервирование потребителей 2-ой категории по надежности электроснабжения.
12. Защита трансформаторов от внешних КЗ.

2. Письменное домашнее задание

Темы 1, 3

1. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения.
2. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ.
3. Расчет токов КЗ.
4. Выбор сечения проводов и кабелей.
5. Выбор трансформаторов тока для схем релейной защиты.
6. Токовые защиты.
7. Максимальная токовая защита .
8. Определение токов срабатывания МТЗ.
9. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.
10. Схемы защит от замыканий на землю.
11. Выбор уставок МТЗ нулевой последовательности. трансформаторов.
12. Резервирование потребителей 1-ой категории по надежности электроснабжения.
13. Резервирование потребителей 2-ой категории по надежности электроснабжения.

Семестр 6

Текущий контроль

1. Курсовая работа по дисциплине

Темы 6, 7

1. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения.
2. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ.
3. Расчет токов КЗ.
4. Выбор сечения проводов и кабелей.
5. Выбор трансформаторов тока для схем релейной защиты.
6. Токовые защиты.
7. Максимальная токовая защита .
8. Определение токов срабатывания МТЗ.
9. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.
10. Схемы защит от замыканий на землю.
11. Выбор уставок МТЗ нулевой последовательности. трансформаторов.

2. Письменная работа

Тема 5

1. Дифференциальная защита линий.
2. Назначение и виды дифференциальных защит.
3. Продольная дифференциальная защита.
4. Принцип действия защиты.
5. Токи небаланса в дифференциальной защите.
6. Принципы выполнения продольной дифференциальной защиты.
7. Комплект продольной дифференциальной защиты типа ДЗЛ.
8. Оценка продольной дифференциальной защиты.
9. Поперечная дифференциальная защита линий.
10. Дистанционная защита линий.

3. Устный опрос

Тема 8

1. Назначение релейной защиты
2. Структура РЗ и используемая информация

3. Виды повреждений
4. Основные требования к защитным функциям
5. Релейная защита с относительной селективностью
6. Релейная защита с абсолютной селективностью
7. Измеряемые величины и критерии измерения, используемые в релейной защите
8. Классификация защитных функций
9. Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты
10. Основные элементы цифровой релейной защиты

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Повреждения в электроустановках.
2. Ненормальные режимы.
3. Основные требования, предъявляемые к РЗ. Селективность, быстрота действия.
4. Чувствительность, надежность РЗ.
5. Устройство и общие принципы действия РЗ.
6. Устройство и принцип действия электромагнитных реле.
7. Токи срабатывания и возврата, коэффициент возврата.
8. Электромагнитные реле тока и напряжения.
9. Промежуточные электромагнитные реле. Герконовые реле.
10. Электромагнитные указательные реле, реле времени.
11. Электромагнитные поляризованные реле.
12. Принцип действия индукционных реле.
13. Индукционные реле тока.
14. Индукционные реле направления мощности
15. Источники оперативного тока. Постоянный оперативный ток.
16. Переменный оперативный ток.
17. Принцип действия и селективность МТЗ.
18. Общие принципы выполнения РЗ.

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 5			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	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	5
Семестр 6			
Текущий контроль			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.	1	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

7.1 Основная литература:

- Дьяков А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.Ф. Дьяков, Н.И. Овчаренко. - 2-е изд., стер. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2010. - ISBN 978-5-383-00467-8. -Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004678.html>
- Щеглов А.И. Релейная защита электрических сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Щеглов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - ISBN 978-5-7782-2653-1. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226531.html>
- Ершов Ю. А. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев. - Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. - 68 с. - ISBN 978-5-7638-2555-8. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/492157>

7.2. Дополнительная литература:

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

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

Дифференциальная защита линий. - http://portal.tpu.ru/SHARED/p/PONAMAREV/ychebnaya/releyprotect/Tab1/Lecture_09.pdf

Релейная защита, автоматика и телемеханика электроэнергетических систем и систем электроснабжения потребителей. Краткий курс. - https://edu.petrstu.ru/files/upload/3759_1458035681.pdf

Релейная защита сборных шин - <https://studfiles.net/preview/5734592/page:16/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При подготовке к лекциям прежде всего необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на предыдущих лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. Для закрепления теоретического материала необходимо самостоятельное выполнение и оформление лабораторных работ с проведением всех необходимых расчетов, построением графиков, подготовкой к защите по контрольным вопросам. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. Самостоятельное изучение теоретического материала необходимо сопровождать конспектированием, что также способствует его лучшему усвоению.
практические занятия	При подготовке к практическим занятиям руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. Для закрепления теоретического материала необходимо самостоятельное выполнение и оформление лабораторных работ с проведением всех необходимых расчетов, построением графиков. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. То же самое относится к выполнению домашних заданий по практике, которые способствуют закреплению теоретического материала, приобретаются практические навыки выполнения расчетов, столь необходимые на производстве.
лабораторные работы	При подготовке к лабораторным работам прежде всего необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. Для закрепления теоретического материала необходимо самостоятельное выполнение и оформление лабораторных работ с проведением всех необходимых расчетов, построением графиков, подготовкой к защите по контрольным вопросам. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. При выполнении лабораторных работ особое внимание уделять технике безопасности, устройству и принципу действия стенда, порядку выполнения и оформления работ.
самостоятельная работа	При самостоятельном изучении теоретического материала, предусмотренного рабочей программой, прежде всего необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. Для закрепления теоретического материала необходимо самостоятельное выполнение и оформление лабораторных работ с проведением всех необходимых расчетов, построением графиков, подготовкой к защите по контрольным вопросам. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. То же самое относится к выполнению домашних заданий по практике, которые способствуют закреплению теоретического материала, приобретаются практические навыки выполнения расчетов, столь необходимые на производстве. Самостоятельное изучение теоретического материала необходимо сопровождать конспектированием, что также способствует его лучшему усвоению.
письменное домашнее задание	При подготовке к выполнению домашних заданий необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. Выполнение домашних заданий способствует закреплению теоретического материала, приобретаются практические навыки выполнения расчетов, столь необходимые на производстве.
курсовая работа по дисциплине	При выполнении курсовой работы необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями, пользуясь при подготовке рекомендуемой преподавателем литературой по релейной защите и автоматизации систем электроснабжения.

Вид работ	Методические рекомендации
письменная работа	Письменная работа представляет собой самостоятельное научное исследование студента в области определенной дисциплины. На основе изучения правовых актов и специальной литературы студент должен дать самостоятельное решение проблем в рамках избранной темы, показать свое видение тех или иных рассматриваемых вопросов. В процессе подготовки письменных работ у студентов развивается творческая активность, формируются умения выявлять имеющиеся проблемы и находить пути их решения.
устный опрос	Устный опрос проводится на основании выполненных обучающимися рефератов, необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы студентов и включает в себя повторение пройденного материала по вопросам предстоящего опроса. Помимо основного материала студент должен изучить дополнительную рекомендованную литературу и информацию по теме, в том числе с использованием Интернет-ресурсов. Ответ студента должен представлять собой развернутое, связанное, логически выстроенное сообщение. При выставлении оценки преподаватель учитывает правильность ответа по содержанию, его последовательность, самостоятельность суждений и выводов, умение связывать теоретические положения с практикой, в том числе и с будущей профессиональной деятельностью.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. Использовать материалы оформления лабораторных, практических, домашних заданий, самостоятельной проработки теоретического материала в виде конспектов при подготовке к экзамену.

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

Освоение дисциплины "Релейная защита электроэнергетических систем" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

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

Освоение дисциплины "Релейная защита электроэнергетических систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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

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

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

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

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

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