

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



Утверждаю

Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« _____ » _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Релейная защита электроэнергетических систем

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Содержание

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

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

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

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

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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

ПК-6 - определение параметров оборудования объектов профессиональной деятельности.

Должен уметь:

ПК-6 - определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности.

Должен владеть:

ПК-6 - навыками определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) 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 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

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

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: 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.	6	2	0	0	3
2.	Тема 2. Общие принципы выполнения РЗ. Электромеханические реле.	6	0	2	0	3
3.	Тема 3. Общие сведения о РЗ. Источники оперативного тока.	6	2	0	0	3

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки	6	0	2	0	3
5.	Тема 5. Токовые направленные защиты.	6	2	2	0	3
6.	Тема 6. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью по току.	6	0	0	4	3
7.	Тема 7. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью по напряжению.	6	2	0	4	3
8.	Тема 8. Дифференциальная защита линий.	6	0	2	0	3
9.	Тема 9. Поперечная дифференциальная защита линий.	6	2	0	0	3
10.	Тема 10. Дистанционная защита линий.	6	0	2	0	3
11.	Тема 11. Термосигнализация силовых трансформаторов.	6	2	0	4	3
12.	Тема 12. Защита трансформаторов от внешних КЗ.	6	0	2	0	3
13.	Тема 13. Газовая защита трансформаторов. Схемы защиты трансформаторов.	6	2	0	0	3
14.	Тема 14. Защита электродвигателей от междуфазных КЗ.	6	0	2	0	3
15.	Тема 15. Защита электродвигателей от однофазных КЗ на землю.	6	2	0	2	3
16.	Тема 16. Защита сборных шин.	6	0	2	0	3
17.	Тема 17. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения.	6	2	0	4	3
18.	Тема 18. Токовая цифровая защита.	6	0	2	0	3
	Итого		18	18	18	54

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения.

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.

Тема 2. Общие принципы выполнения РЗ. Электромеханические реле.

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 3. Общие сведения о РЗ. Источники оперативного тока.

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.

Тема 4. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки

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 5. Токовые направленные защиты.

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.

Тема 6. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью по току.

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. Испытания стенда по защите от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью по току.

Тема 7. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью по напряжению.

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.

Испытания стенда по защите от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью по напряжению.

Тема 8. 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 9. 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.

Тема 10. Дистанционная защита 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 11. Термосигнализация силовых трансформаторов.

Термосигнализация силовых трансформаторов в части мониторинга температуры нормального режима, в верхних и нижних слоях трансформаторного масла.

Термосигнализация нагрева магнитопровода, корпуса в нормальных режимах нагрузки и при перегрузке.

Регистрация предельной температуры в трансформаторе и передача информации в диспетчерскую.

Испытания на стенде термосигнализации трансформатора.

Тема 12. Защита трансформаторов от внешних КЗ.

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 13. Газовая защита трансформаторов. Схемы защиты трансформаторов.

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.

Тема 14. Защита электродвигателей от междуфазных КЗ.

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 на постоянном оперативном токе.

Тема 15. Защита электродвигателей от однофазных КЗ на землю.

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 16. Защита сборных шин.

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.

Тема 17. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения.

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.

Тема 18. Токовая цифровая защита.

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"

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

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

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Беляков Ю.С. Релейная защита, автоматика и телемеханика электроэнергетических систем и систем электроснабжения потребителей. Краткий курс. Конспект лекций. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. - 110 стр. ISBN 5-283-04501-3 - https://edu.petrso.ru/files/upload/3759_1458035681.pdf

Основы релейной защиты и автоматики распределительных сетей -

<https://swsu.ru/structura/up/umcpkip/folder1/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%20%D1%80%D0%B5%>

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем Учебно-методическое пособие к курсовому - https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7748.pdf

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-6	6. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью по току. 7. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью по напряжению. 11. Термосигнализация силовых трансформаторов. 15. Защита электродвигателей от однофазных КЗ на землю. 17. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения.
2	Письменное домашнее задание	ПК-6	2. Общие принципы выполнения РЗ. Электромеханические реле. 9. Поперечная дифференциальная защита линий. 10. Дистанционная защита линий. 12. Защита трансформаторов от внешних КЗ.
3	Курсовая работа по дисциплине	ПК-6	13. Газовая защита трансформаторов. Схемы защиты трансформаторов. 14. Защита электродвигателей от междуфазных КЗ. 17. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения. 18. 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 6					
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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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.	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 6

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 6, 7, 11, 15, 17

1. Схемы защиты от замыканий на землю на токовых реле.
2. Схемы защиты от замыканий на землю с использованием микропроцессорных терминалов.
3. Расчет токов КЗ на расчетном столе.
4. Расчет токов КЗ на ПК по электронной программе.

5. Выбор трансформаторов тока для схем релейной защиты на 10% погрешность.
6. Направленные токовые защиты.
7. Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению.
8. Определение токов срабатывания МТЗ с использованием ПК и электронной программы.
9. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с глухозаземленной нейтралью.
10. Схемы защит от замыканий на землю по напряжению.
11. Выбор уставок МТЗ нулевой последовательности трансформаторов на высокой стороне.
12. Расчет термосигнализации силовых трансформаторов.

2. Письменное домашнее задание

Темы 2, 9, 10, 12

1. Поперечная дифференциальная защита параллельных линий.
2. Дифференциально-фазная высокочастотная защита линий.
3. Двухступенчатая дистанционная защита линий.
4. Дистанционная защита линии с ВЧ блокировкой.
5. Двухступенчатая газовая защита силового трансформатора.
6. Защита в электрических сетях с изолированной нейтралью по напряжению.
7. Токовая защита силового трансформатора.
8. Виды микропроцессорных терминалов релейной защиты.
9. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью, работающей на сигнал.
10. Токовая защита в электрических сетях с изолированной нейтралью.

3. Курсовая работа по дисциплине

Темы 13, 14, 17, 18

1. Источники оперативного тока на упрощенной подстанции.
2. Источники оперативного тока на электростанциях.
3. Максимальная токовая защита прямого действия.
4. Максимальная токовая защита на дешунтировании.
5. Токовая отсечка направленная.
6. Токовая отсечка на реле прямого действия.
7. Продольно - дифференциальная защита силового трансформатора.
8. Продольно - дифференциальная защита силового трансформатора с реле торможением.
9. Защита однофазного замыкания на высокой стороне силового трансформатора.
10. Токовые защиты силового электродвигателя.
11. Защита однофазных замыканий силового электродвигателя.
12. Защита УРОВ шин.
13. Токовые защиты шин.
14. Дифференциальная защита шин.
15. Газовая защита силового трансформатора, работающая на сигнал.
16. Защита электродвигателей от междуфазных КЗ.
17. Дифференциально-фазная (высокочастотная) защита линий электропередач.
18. Поперечная дифференциальная защита обмотки электрических машин.
19. Токовая отсечка прямого действия.
20. Релейная защита линий с дешунтированием отключающей катушки.
21. Блокировки на подстанции.
22. Многоступенчатая защита линий с заземленной нейтралью.
23. Газовая защита РПН силового трансформатора.
24. Принцип работы реле РТ-85/1 и расчеты.
25. Принцип работы реле РТ-40/50 совместно с РП-340 и расчеты.
26. Адаптация микропроцессорной релейной защиты к высоковольтному оборудованию (трансформаторы тока и трансформаторы напряжения). Конструкции и расчеты.
27. Адаптация цифровой релейной защиты к высоковольтному оборудованию (трансформаторы тока и трансформаторы напряжения). Конструкции и расчеты.
28. Релейная защита группы однофазных трансформаторов 220/10 кВ.
29. Релейная защита в СТК.
30. Комплекс релейной защиты гидрогенератора.
31. Комплекс релейной защиты турбогенератора.

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.
19. Максимальная токовая защита.
20. Газовая защита трансформаторов.
21. Продольная дифференциальная токовая защита от междуфазных повреждений в обмотке статора.
22. МТЗ от междуфазных повреждений.
23. Поперечная дифференциальная токовая защита.
24. Дистанционная защита от междуфазных повреждений.
25. Дистанционная защита.
26. Максимальная токовая защита с комбинированным пуском по напряжению генераторов, работающих на сборные шины.
27. Максимальная токовая защита от замыканий на землю.
28. Максимальная токовая защита обратной последовательности с приставкой для действия при симметричных к.з. генераторов, работающих на сборные шины.
29. МТЗ от замыканий на землю. Расчет уставок срабатывания.
30. Продольная дифференциальная токовая защита с реле типов РНТ-560 и ДЗТ-11.

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

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

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 6			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применить его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
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	15

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.	3	15
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

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

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

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

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

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

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

Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения / Надеин В. Ф., Петухов С.В., Радюшин В.В. Архангельск: Издательство САФУ, 2015г. 100 - <https://narfu.ru/university/library/books/2264.pdf>

Релейная защита распределительных сетей в примерах и задачах с решениями: учеб. пособие / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. 202 с. -

https://ipk-rza.ru/sites/default/files/files/a.v._bulychev_a.a._navolochnyy._releynaya_zashchita_raspredelitelnyh_setey.pdf

Федосеев А. М., Федосеев М. А. Релейная защита электроэнергетических систем: Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Энергоатомиздат, 1992.-528 с.: ил. ., ISBN 5-283-01171-2 -

<https://www.elec.ru/files/2019/12/04/fedoseev-am-releynaya-zaschita-elektroenergetiches.pdf>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>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.</p> <p>Использование дистанционных технологий с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации).</p> <p>Использование дистанционных технологий посредством использования ЭОР преподавателя.</p> <p>Использование корпоративной платформы Microsoft Teams.</p> <p>Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
практические занятия	<p>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.</p> <p>Использование дистанционных технологий с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации).</p> <p>Использование дистанционных технологий посредством использования ЭОР преподавателя.</p> <p>Использование корпоративной платформы Microsoft Teams.</p> <p>Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
лабораторные работы	<p>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.</p> <p>Использование дистанционных технологий с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации).</p> <p>Использование дистанционных технологий посредством использования ЭОР преподавателя.</p> <p>Использование корпоративной платформы Microsoft Teams.</p> <p>Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>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.</p> <p>Использование дистанционных технологий с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации).</p> <p>Использование дистанционных технологий посредством использования ЭОР преподавателя.</p> <p>Использование корпоративной платформы Microsoft Teams.</p> <p>Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
письменное домашнее задание	<p>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.</p> <p>Использование дистанционных технологий с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации).</p> <p>Использование дистанционных технологий посредством использования ЭОР преподавателя.</p> <p>Использование корпоративной платформы Microsoft Teams.</p> <p>Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
курсовая работа по дисциплине	<p>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.</p> <p>Использование дистанционных технологий с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации).</p> <p>Использование дистанционных технологий посредством использования ЭОР преподавателя.</p> <p>Использование корпоративной платформы Microsoft Teams.</p> <p>Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
экзамен	<p>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.</p> <p>Использование дистанционных технологий с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации).</p> <p>Использование дистанционных технологий посредством использования ЭОР преподавателя.</p> <p>Использование корпоративной платформы Microsoft Teams.</p> <p>Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

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

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

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

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

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.05 Релейная защита электроэнергетических систем

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Основная литература:

1. Дьяков А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов / А.Ф. Дьяков, Н.И. Овчаренко. - 2-е изд., стер. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2010. - 336 с. - ISBN 978-5-383-00467-8. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004678.html> (дата обращения: 26.08.2020). - Текст : электронный.
2. Щеглов А.И. Релейная защита электрических сетей : учебное пособие / А. И. Щеглов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 144 с. - ISBN 978-5-7782-2653-1. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226531.html> (дата обращения: 26.08.2020). - Текст : электронный.
3. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев, Д. П. Перехватов. - Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. - 68 с. - ISBN 978-5-7638-2555-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492157> (дата обращения: 26.08.2020). - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 'Электроснабжение' направления подготовки 'Электроэнергетика' / В. А. Андреев. - 6-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2008. - 639 с : ил. - Гриф МО. - В пер. - Библиогр.: с. 625-634. - Предм. указ.: с. 621-624. - ISBN 978-5-06-004826-1. - Текст: непосредственный (28 экз.).
2. Правила устройства электроустановок: вопросы и ответы : учебно-практическое пособие / авт. - сост. : С. С. Бодрухина. - Москва : КНОРУС, 2011. - 288 с. - ISBN 978-5-406-00936-9. - Текст: непосредственный (40 экз.).
3. Киреева Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебник для среднего профессионального образования по специальности 'Электрические станции, сети и системы' / Э.А. Киреева, С.А. Цырук. - Москва : Академия, 2010. - 288 с : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Рек. ФГУ. - Прил.: с.281. - Библиогр.: с. 282. - ISBN 978-7695-5896-2. - Текст: непосредственный (25 экз.).
4. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебное пособие / В.И. Бирюлин, А.Н. Горлов, Д.В. Куделина [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 197 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015811-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1241978> (дата обращения: 12.04.2021). - Текст : электронный.
5. Санакулов А. Х. Электрические аппараты в устройствах релейной защиты систем электроснабжения: методические указания к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине 'Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения'/ А. Х. Санакулов, К. З. Фатыхов. - Набережные Челны: Изд-во НЧИ К(П)ФУ, 2016. - 88 с. - URL: https://kpfu.ru/publication?p_id=175506 (дата обращения: 26.08.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.05 Релейная защита электроэнергетических систем

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

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

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

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

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

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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

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

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