



РОССЕТИ
МОСКОВСКИЙ РЕГИОН

Учебный центр

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
генерального директора –
главный инженер ПАО «МОЭСК»

Д.Б. Гвоздев

«*24*» *12* 2019 г.

Программа повышения квалификации
по курсу: «Проверка и наладка защит средней сложности»

Москва 2019

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая программа «Проверка и наладка защит средней сложности» разработана с учетом профессионального стандарта «Работник по обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей», утвержденного Приказом Минтруда от 29.06.2017 №524н и предназначена для повышения квалификации инженеров и техников, занимающихся наладкой и обслуживанием устройств защиты, автоматики и систем управления, имеющих достаточный опыт работы по монтажу, наладке и эксплуатации релейной защиты и вторичной коммутации.

Образовательная программа составлена в соответствии с «Правилами технического обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации на объектах электросетевого комплекса» СТО 34.01-4.1-005-2017, «Инструкцией по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций» СО 34.35.302-2006, с учетом развития современной техники, в соответствии с требованиями, предъявляемыми Правилами техники безопасности, Правилами устройства электроустановок и Правилами технической эксплуатации.

Программа предусматривает знакомство с теорией векторных диаграмм токов и напряжений в трехфазных электрических сетях в нормальных и аварийных режимах; знакомство с основными типами реле направления мощности, находящимся в эксплуатации, и реле на полупроводниковой элементной базе, изучение их технических характеристик, правил проверки и наладки.

Обучение по данной программе способствует расширению, поддержанию и контролю необходимого профессионального уровня знаний, навыков и умений персонала при выполнении им производственных функций, определенной работы или группы работ и направлено на соблюдение требований законодательства к безопасности жизнедеятельности и труда работников энергетических предприятий.

Наряду с теоретической подготовкой, в программу включено практическое обучение по отдельным видам ремонтных и проверочных работ, отработка передовых технологий, использование приспособлений и инструментов, применяемых при производстве работ в устройствах релейной защиты и автоматики с соблюдением требований охраны труда – ПОТ, ППБ и экологической безопасности.

Цель программы – совершенствование знаний и умений, формирование и закрепление важнейших профессиональных навыков по управлению технологическим оборудованием энергообъектов в нормальных и аварийных режимах, получение навыков самостоятельной проверки устройств релейной защиты средней сложности работниками служб релейной защиты и автоматики.

Задачи программы:

- изучить конструкции, принцип действия, правила проверки и расчета трансформаторов тока, используемых в схемах релейной защиты;
- ознакомить работников с дифференциальными защитами трансформаторов, генераторов и сборных шин, освоить методы проверки и наладки аппаратуры и принципа расчета уставок.

Обучение проводится с отрывом от производства и рассчитано на 40 учебных часов. Для теоретического обучения выделяется 12 учебных часов, практические занятия – 24 часа и итоговая аттестация на право самостоятельной проверки защит – 4 часа. Практические работы по проверке защит проводятся в лаборатории с подгруппой 2-4 человека под руководством квалифицированного преподавателя по каждой защите поочередно. Преподаватель проводит инструктаж по организации рабочего места и безопасности труда перед каждым заданием.

В программу могут быть внесены некоторые изменения, улучшающие учебный процесс, с сохранением часов и тем по программе.

Учебно-практические занятия проводятся квалифицированными специалистами, имеющими опыт работы в ПАО «МОЭСК».

В результате освоения программы внутреннего обучения слушатель должен

знать:

- основные законы электротехники;
- технические характеристики обслуживаемого оборудования;
- виды повреждений электротехнических установок;
- условия селективности действия защит;
- конструкции реле на электромагнитном и индукционном принципах;
- практические методы построения векторных диаграмм;
- метод симметричных составляющих;
- принципы построения фильтровых защит;
- назначение и основные требования к максимальной токовой защите, токовой отсечке, максимальной направленной защите, к дифференциальной защите шин и трансформаторов;

уметь:

- проводить ревизию, устранение дефектов, наладку и техническое обслуживание оборудования, смонтированного на панелях релейной защиты средней сложности;
- проводить ремонт и настройку реле защит средней сложности со вскрытием реле, устранением дефектов механизма кинематики, электрической схемы, регулированием, балансировкой, заменой деталей;
- производить частичный ремонт устройств защит средней сложности;
- соблюдать Правила охраны труда и техники безопасности при работах в электроустановках.

владеть:

- навыками и приемами ремонта и технического обслуживания комплектных испытательных устройств для проверки защит средней сложности;
- навыками проведения проверки под нагрузкой релейных защит линий, шин, генераторов и трансформаторов;
- навыками проведения испытания изоляции цепей вторичной коммутации повышенным напряжением.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование тем	Количество часов		Контроль
		лекции	практика	
1	2	3	4	5
1	Векторные диаграммы в трехфазных электрических сетях	1		
1.1.	Векторные диаграммы в элементарных и сложных цепях	0,5		
1.2.	Векторные диаграммы токов и напряжений при различных видах короткого замыкания	0,5		
2.	Токовые направленные защиты	5	8	
2.1.	Назначение и конструкция реле мощности	1		
2.2.	Электрические и механические проверки реле направления мощности	2	7	
2.3.	Основные типы реле направления мощности, их схемы включения	1		
2.4.	Проверка реле направления мощности под нагрузкой	1	1	
3	Фильтры симметричных составляющих	3	8	
3.1.	Метод симметричных составляющих	0,5		
3.2.	Фильтр напряжения обратной последовательности	1	2	
3.3.	Фильтры тока обратной последовательности	1	4	
3.4.	Фильтры обратной последовательности в сложных защитах.	0,5		
3.5.	Проверка фильтров рабочим током (напряжением)		2	
4.	Дифференциальная защита трансформаторов	3	8	
4.1.	Особенности дифференциальной защиты трансформатора.	0,5		
4.2.	Группы соединения трансформаторов	0,25		
4.3.	Реле с насыщающимися трансформаторами серии РНТ-560	1	3	
4.4.	Реле с магнитным торможением серии ДЗТ-11	1	4	
4.5.	Проверка сборки токовых цепей ТТ от постороннего источника и током нагрузки.	0,25	1	
	Итоговая аттестация			4
	Всего	12	24	4
	Итого	40		

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ПРОГРАММЫ

Тема 1. Векторные диаграммы в трехфазных электрических сетях

Тема 1.1. Векторные диаграммы в элементах цепей

Представление синусоидальных величин в виде векторов. Сложение и вычитание векторов. Векторные диаграммы токов и напряжений. Векторные диаграммы в элементарных цепях. Векторные диаграммы токов и напряжений в цепях с активным сопротивлением, с ёмкостью, с индуктивностью, при последовательном и параллельном соединении емкости и индуктивности. Векторные диаграммы в сложных цепях.

Построение векторных диаграмм трансформаторов. Схемы и векторные диаграммы соединения обмоток силовых трансформаторов.

Тема 1.2. Векторные диаграммы токов и напряжений при различных видах короткого замыкания

Векторные диаграммы первичных токов при разных видах коротких замыканий на линиях и на стороне низкого напряжения силового трансформатора с группой соединения обмоток Y/Δ .

Векторные диаграммы токов и напряжений во вторичных цепях.

Тема 2. Токовые направленные защиты

Тема 2.1. Назначение и конструкция реле направления мощности

Необходимость использования реле направления мощности в технике релейной защиты.

Векторные диаграммы первичных и вторичных токов и напряжения при коротких замыканиях на линиях. Конструкция узлов реле направления мощности.

Тема 2.2. Электрические и механические проверки реле направления мощности

Основные типы реле направления мощности, применяемые в схемах релейной защиты. Схемы включения реле направления мощности защит от коротких замыканий на землю и от междуфазных коротких замыканий.

Проверка реле направления мощности при новом включении.

Векторная диаграмма работы реле РБМ – 171 (косинусного). Назначение и схемы включения реле РБМ – 171.

Векторная диаграмма работы реле РБМ – 177, РБМ - 178 (синусного). Назначение и схемы включения реле РБМ – 177, РБМ – 178.

Назначение, особенности работы и конструкции реле РБМ – 271, РБМ – 277, РБМ – 278.

Конструктивные отличия и сравнительные характеристики реле типов РБМ и ИМБ.

Реле мощности на полупроводниковой элементной базе РМ-11, РМ-12.

Технические характеристики, назначение и принцип действия.
Функциональные схемы работы реле РМ-11, РМ-12.

Тема 2.3. Основные типы реле направления мощности, их схемы включения

Отличие реле направления мощности, установленных в защитах от междуфазных к.з., от реле в защитах от замыкания на землю. Сборка вторичных цепей трансформаторов тока и напряжения.

Тема 2.3. Проверка реле направления мощности под нагрузкой

Проверка под нагрузкой реле направления мощности от междуфазных к.з. и от замыканий на землю.

Тема 3. Фильтры симметричных составляющих

Тема 3.1. Метод симметричных составляющих

Основные положения метода симметричных составляющих. Соотношения между токами и напряжениями при проверке защиты с фильтром обратной последовательности.

Тема 3.2. Фильтр напряжения обратной последовательности

Устройство фильтра-реле напряжения обратной последовательности типа РНФ-1М. Векторные диаграммы ФНОП при подведении к реле прямой, обратной и нулевой последовательностей.

Тема 3.3. Фильтры тока обратной последовательности

Варианты исполнения фильтров тока обратной последовательности РТФ-1М, РТФ-7, РТ-2. Векторные диаграммы.

Тема 3.4. Использование фильтров обратной последовательности в сложных защитах

Применение фильтров обратной последовательности в защитах типа РМОП-2, ЭПЗ-1636, ДЗЛ-2, ДФЗ-201.

Тема 3.5. Проверка фильтров током нагрузки

Проверка фильтров рабочим током и напряжением. Ток (напряжение) небаланса на выходе фильтра. Коэффициент отстройки от сверхтоков.

Тема 4. Дифференциальная защита трансформаторов

Тема 4.1. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов

Особенности дифференциальной защиты трансформаторов. Особенности выполнения токовых цепей. Выбор коэффициента трансформации трансформаторов тока. Токи небаланса.

Тема 4.2. Группы соединения трансформаторов

Определение коэффициента трансформации и группы соединений силового трансформатора.

Тема 4.3. Реле с насыщающимися трансформаторами серии РНТ-560

Защита трансформатора с использованием реле с РНТ. Конструкция реле РНТ. Выбор числа витков обмоток реле РНТ.

Тема 4.4. Реле с магнитным торможением серии ДЗТ-11

Принцип действия и конструкция реле ДЗТ. Выбор числа витков обмоток реле ДЗТ. Тормозные характеристики реле ДЗТ.

Тема 4.5. Проверка сборки токовых цепей ТТ от постороннего источника и током нагрузки.

Расчет испытательного тока при прогрузке токовых цепей от постороннего источника. Проверка дифзащиты рабочим током и напряжением. Проверка отстройки от броска тока намагничивания.

ПЛАНЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

В начале каждого практического занятия преподаватель знакомит слушателей с программой производственного обучения, с Правилами техники безопасности и пожарной безопасности при производстве работ, напоминает мероприятия по организации рабочего места и основные требования безопасности работ в устройствах релейной защиты и автоматики, подлежащие безусловному выполнению.

Особое внимание необходимо уделить требованиям безопасного обращения с электрооборудованием и электроинструментами, индивидуальным средствам защиты и спецодежде, ответственности за нарушение правил техники безопасности.

Практическое занятие по теме 2. Токовые направленные защиты

Цель практического занятия: отработка навыков технических мероприятий по проверке устройств РЗА.

Задания для выполнения

1. Произвести внешний, внутренний осмотры и проверку механической части аппаратуры в рамках проведения технического обслуживания (ТО).

2. Произвести проверку реле направления мощности защиты линий от к.з. на землю и поперечной дифференциальной защиты параллельных линий под нагрузкой.

Методические рекомендации по выполнению заданий практического занятия

В ходе выполнения задания преподаватель знакомит слушателей с программой производственного обучения, с Правилами техники безопасности и пожарной безопасности при производстве работ, напоминает мероприятия по организации рабочего места и основные требования безопасности работ в устройствах релейной защиты и автоматики, подлежащие безусловному выполнению.

Особое внимание необходимо уделить требованиям безопасного обращения с электрооборудованием и электроинструментами, индивидуальным средствам защиты и спецодежде, ответственности за нарушение правил техники безопасности.

В ходе выполнения первого задания под руководством преподавателя производится внешний и внутренний осмотры реле. Проверка надежности затяжки винтов. Регулировка совместного хода контактов. Проверка сопротивления изоляции реле. Проверка потребления цепей тока и цепей напряжения. Проверка и устранение самохода от тока и самохода от напряжения. Регулировка начальной затяжки пружины. Проверка зоны действия реле и определение угла максимальной чувствительности. Настройка чувствительности (мощности срабатывания) реле. Определение коэффициента возврата реле. Проверка работы контактов. Проверка работы реле при сбросе обратной мощности. Оформление протокола проверки реле направления мощности РБМ и РМ-11.

Практическое занятие по теме 3. Фильтры симметричных составляющих

Задания для выполнения

- 1 Произвести настройку фильтра напряжения обратной последовательности типа РНФ-1М и фильтра тока обратной последовательности в комплекте КРБ-126.
- 2 Проверить фильтры рабочим напряжением и током.

Методические рекомендации по выполнению заданий практического занятия

В ходе выполнения первого задания под руководством преподавателя производится механическую ревизию реле. Настройка фильтра на минимум небаланса.

В ходе выполнения второго задания имитировать трехфазную нагрузку. Измерить ток (напряжение) небаланса на выходе фильтра при прямом и обратном чередовании фаз. Рассчитать коэффициент отстройки от сверхтоков.

Практическое занятие по теме 4. Дифференциальная защита трансформаторов

Цель практического занятия: отработка навыков технических мероприятий по проверке реле РНТ-560 и ДЗТ-11.

Задания для выполнения

1. Произвести проверку работы реле РНТ-560 и ДЗТ-11.
2. Произвести проверку правильности сборки схемы токовых цепей защиты. Проверить защиту током нагрузки.

Методические рекомендации по выполнению заданий практического занятия

В ходе выполнения первого задания под руководством преподавателя производится внешний и внутренний осмотры реле. Проверка надежности затяжки винтов. Регулировка совместного хода контактов. Проверка сопротивления изоляции реле. Проверка исполнительного органа реле. Проверка МДС и первичного тока срабатывания. Проверка правильности выполнения короткозамкнутых обмоток реле РНТ. Проверка коэффициента надежности. Проверка тормозных характеристик реле ДЗТ.

В ходе выполнения второго задания по проверке правильности сборки схемы токовых цепей защиты произвести выбор числа витков обмоток реле РНТ и ДЗТ. Произвести расчет тока прогрузки от постороннего источника. Выполнить имитацию нагрузки и проверить защиту этим током.

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Векторные диаграммы токов и напряжений при различных видах короткого замыкания.
2. Основные типы реле направления мощности, их схемы включения.
3. Принцип действия реле направления мощности РБМ.
4. Конструктивное исполнение контактной системы реле направления мощности РБМ.
5. Назначение, схемы включения и векторные диаграммы реле РБМ – 171.
6. Назначение, схемы включения и векторные диаграммы реле РБМ – 177, РБМ – 178.
7. Назначение, особенности работы и конструкции реле РБМ – 271, РБМ – 277, РБМ – 278.

8. Конструктивные отличия и сравнительные характеристики реле типов РБМ и ИМБ.
9. Технические характеристики, назначение и принцип действия реле на полупроводниковой элементной базе РМ-11, РМ-12.
10. Проверка реле направления мощности под нагрузкой.
11. Дифференциальная защита трансформаторов.
12. Выбор коэффициента трансформации трансформаторов тока и числа витков обмоток реле РНТ и ДЗТ.
13. Особенности конструкции реле РНТ и ДЗТ.
14. Настройка исполнительного органа реле РНТ, ДЗТ.
15. Проверка диффзащиты током нагрузки.
16. Проверка коэффициента надежности.
17. Снятие тормозной характеристики реле ДЗТ.
18. Метод симметричных составляющих.
19. Фильтр-реле напряжения обратной последовательности.
20. Фильтры тока обратной последовательности.
21. Проверка фильтров током нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Приказ Минэнерго РФ от 19.06.2003 N 229 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 20.06.2003 N 4799) // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, N 43 2003 N 44 2003.
2. Приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (Зарегистрировано в Минюсте России 12.12.2013 N 30593) // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти - № 5 2014.
3. Приказ ПАО «МОЭСК» от 04.07.2012 № 492 «Об утверждении и введении в действие Положения о техническом обслуживании и ремонте электрических сетей в ОАО «МОЭСК».
4. Распоряжение ПАО «МОЭСК» от 10.10.2014 № 572р «О вводе в действие Методических указаний по определению наведенного напряжения на отключенных воздушных линиях, находящихся вблизи действующих ВЛ».
5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Седьмое издание (утв. Приказом Минэнерго РФ от 09.04.2003 N 150) М., Издательство НЦ ЭНАС 2004.
6. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 30 июня 2003 г. № 261 «Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках» // [Электронный ресурс] – 2014. - ГАРАНТ 2014.

7. «Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей. СО 34.04.181-2003» (утв. РАО «ЕЭС России» 25.12.2003) // <http://snipov.net>.
8. РД 153-34.0-03.301-00, ВППБ-01-02-95. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий // [Электронный ресурс] – 2014. – <http://www.opengost.ru>.
9. Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями. С-Пб., Министерство топлива и энергетики Российской Федерации, Санкт-Петербург, 2001 // [Электронный ресурс] – 2014. - <http://www.tehlit.ru>.
10. РД 34.45-51.300-97, Издание 6, «Объемы и нормы испытания электрооборудования» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.10.2006), утв. РАО № «ЭС России» 08.05.1997, М., Издательство НЦ ЭНАС 2004 // [Электронный ресурс] – 2014. - <http://nnvem.ru>.СО 34.45-51.300-97.
11. ТИ Р М-074-2002 Типовая инструкция по охране труда при проведении электрических измерений и испытаний // [Электронный ресурс] – 2014. - <http://files.stroyinf.ru>.
12. СО 34.35.302-2006 «Инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций»
13. СО 34.35.302-2006 «Инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций» (утв. РАО «ЕЭС России» 28.03.2006) М., ЦПТИиТО ОРГРЭС, 2006.
14. «Инструкция по проверке трансформаторов тока, используемых в схемах релейной защиты и измерения. РД 153-34.0-35.301-2002»(утв. РАО «ЕЭС России» 06.06.2002) (вместе с «Методикой и примером оценки импульсных перенапряжений на разомкнутой вторичной обмотке ТТ при синусоидальном первичном токе») М., СПО ОРГРЭС, 2003.
15. «Инструкция по проверке трансформаторов напряжения и их вторичных цепей РД 34.35.305» 1989 г.
16. «Инструкция по проверке и регулировке реле направления мощности серии РБМ и ИБМ» УДК 621.311.1;621.316.925(083,96) Составлено Бюро технической информации ОРГРЭС
17. «Инструкция по проверке правильности включения реле направления мощности» СОСТАВЛЕНА бюро технической информации ОРГРЭС.
18. «МУ 34-70 021-82 Методические указания по наладке и техническому обслуживанию фильтр-реле РНФ-1м и РНФ-2 1982 г.
19. МУ 34-70-038-83 «Методические указания по техническому обслуживанию дифференциальных защит с реле РНТ и ДЗТ-10. 1983 г.
20. СТО 34.01-4.1-005-2017. «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации на объектах электросетевого комплекса».
21. СТО 34.01-30.1-001-2016. «Порядок применения электрозащитных средств в электросетевом комплексе. Требования к эксплуатации и испытаниям»

22. Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, утв. РАО «ЕЭС России» 21.06.2007 // Консультант Плюс – [Электронный ресурс] – 2014.

Дополнительная:

1. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем, «Энергоатомиздат», г. Москва, 1998 г.
2. Дорохин Е.Г., Дорохина Т.Н. Основы эксплуатации релейной защиты и автоматики.
3. Беляков Ю.С. Еще раз про технику безопасности при работах на воздушных линиях электропередачи, находящихся под наведенным напряжением // Электрические станции. – 2004. – № 6. – С. 60–66.

СОГЛАСОВАНО

Директор департамента релейной
защиты и автоматики электрических
сетей ПАО «МОЭСК»

« 24 » 12 2019 г.



М.А. Грибков

Начальник управления релейной
защиты и автоматики электрических
сетей ПАО «МОЭСК»

« 24 » 12 2019 г.



А.Б. Фурсенко

Директор учебного центра
ПАО «МОЭСК»

« 24 » 12 2019 г.



О.Ю. Трофимов

Начальник управления внутреннего
обучения УЦ ПАО «МОЭСК»

« 24 » 12 2019 г.



Е.В. Ильина