

Общество с ограниченной ответственностью «Релематика»

Негосударственное образовательное частное учреждение
дополнительного профессионального образования «Учебный Центр «Релематика»

УТВЕРЖДАЮ



Е.А. Васильева

12 2023г.

Дополнительная профессиональная образовательная
программа повышения квалификации
«Основы релейной защиты по программам повышения квалификации»

Чебоксары

Дополнительная профессиональная образовательная программа повышения квалификации основана на требованиях к содержанию дополнительных профессиональных образовательных программ Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. № 499 и профстандарту 20.034 Работник по обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.06.2017г. № 524н

СОСТАВИТЕЛЬ:


Преподаватель


В.А. Ильин

ОДОБРЕНО:

Общим собранием работников Учреждения « 24 » 12 20 23 г.,
протокол № 10

Председатель


Е.А. Васильева

Содержание

1. Цель реализации программы	4
2. Планируемые результаты обучения	5
3. Содержание программы	6
4. Организационно-педагогические условия реализации программы	12
5. Оценка качества освоения программы	13
6. Иные компоненты	14

1. Цель реализации программы

Настоящая программа предназначена для повышения квалификации специалистов электротехнических лабораторий электроцехов электростанций, а также служб релейной защиты и автоматики в энергосистемах, имеющих высшее или среднетехническое образование и достаточный опыт эксплуатации устройств релейной защиты и вторичной коммутации.

Цель курсов - подготовить работников местных служб релейной защиты и автоматики электросетей и работников электролабораторий и служб релейной защиты и автоматики к допуску на право самостоятельного обслуживания устройств релейной защиты и автоматики подстанционного оборудования 110-750 кВ.

Специалист, освоивший программу повышения квалификации, должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими основным видам профессиональной деятельности.

Программа предусматривает обучение персонала с отрывом от производства на 5 рабочих дней из расчета 8 учебных часов в день. На теоретические занятия отводится 40 часов.

Обучение производится на базе Негосударственного образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Учебный Центр «Релематика». Для проведения теоретических занятий привлекаются квалифицированные специалисты НОЧУ ДПО «УЦ «Релематика» и ООО «Релематика», имеющие необходимый опыт по обучению кадров.

Программой предусматривается:

1. Теоретическая часть. Общие вопросы

- а) Общие сведения о релейной защите и автоматике элементов энергетических систем.
- б) Общее представление о построении микропроцессорных терминалов РЗА.
- в) Цифровая обработка сигналов.
- г) Проблемы моделирования.
- д) Алгоритмическая база.
- е) Классификация релейной защиты и автоматики.
- ж) Структура защит.
- з) МЭК 61850.

2. Теоретическая часть. Принципы выполнения защит

- a. Особенности применения максимальных токовых защит (МТЗ) на объектах 10-750 кВ.
- b. Дистанционная защита на объектах 10-750 кВ
- c. б) Четырехступенчатая токовая защита нулевой последовательности (ТНЗНП).
- d. в) Основные защиты ЛЭП. НВЧЗ
- e. г) Основные защиты ЛЭП: ДФЗ
- f. д) Основные защиты ЛЭП. ДЗЛ
- g. e) Защита трансформаторов и автотрансформаторов.
- h. ж) Защита сборных шин станций и подстанций.
- i. з) Защита синхронных генераторов.

Занятия проводятся под руководством квалифицированного преподавателя.

По завершению занятий обучающиеся должны сдать зачет по теории.

2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения программы обучающиеся должны приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения компетенций, указанных в разделе 1:

должны знать:

1. Основы электротехники и электроники;
2. Функциональные схемы терминалов;
3. Назначение, устройство, правила работы со шкафом РЗА серии ШЭТ;
4. Общие определения Стандарта МЭК 61850;
5. Общие понятия о языке конфигурирования SCL;
6. Общую информацию по наладке подстанций на базе МЭК 61850;
7. Сервисное программное обеспечение.

должны уметь:

1. Производить наладку связи с терминалом;
2. Конфигурировать и задавать уставки;
3. Проверять измерительные органы устройств РЗА шкафов серии ШЭТ;
4. Выполнять проверки защит испытательным комплексом РЕТОМ;
5. Создавать конфигурацию подстанции на базе МЭК 61850.

3. Содержание программы

Учебный план

дополнительной профессиональной образовательной
программы повышения квалификации

«Основы релейной защиты по программам повышения квалификации»

Цель: повышение квалификации

Категория слушателей: специалисты электротехнических лабораторий электроцехов электростанций, а также служб релейной защиты и автоматики в энергосистемах, имеющих высшее или среднетехническое образование

Срок обучения: 40 часов

Форма обучения: с отрывом от производства

Режим занятий: 8 часов/день

№ п/п	Наименование разделов	Всего часов	В том числе		
			Лекции	Лаборат. занятия	Сам. работа
1	Теоретическая часть. Общие вопросы	20	20	-	-
2	Теоретическая часть. Принципы выполнения защит	20	20	-	-
Итого:		40	40	-	-

Календарный учебный график

№ п/п	Тема	Количество часов	Сроки обучения
«Основы релейной защиты по программам повышения квалификации»			
1.	Основы релейной защиты. Реализация алгоритмов цифровых защит	40 часов	05.02-09.02 17.06-21.06 09.09-13.09 11.11-15.11

Учебно-тематический план
 дополнительной профессиональной образовательной
 программы повышения квалификации
«Основы релейной защиты по программам повышения квалификации»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	В том числе		
			Лекции	Лаборат. занятия	Сам. работа
1	Теоретическая часть. Общие вопросы	20	20	-	-
1.1	Общие сведения о релейной защите и автоматике элементов энергетических систем. Концепция построения систем защит на подстанции. Назначение и классификация релейной защиты и автоматики. Основные требования к РЗ. Терминология и определения в РЗА.	2	2	-	-
1.2	Общее представление о построении микропроцессорных терминалов РЗА. Процессорная часть, периферия, организация питания. Технические характеристики. Конструктивные особенности. Порты связи терминала.	2	2	-	-
1.3	Цифровая обработка сигналов. Аналого-цифровое преобразование. Аналоговая и цифровая фильтрация входных сигналов, алгоритмы и частотные свойства цифровых измерительных органов.	2	2	-	-
1.4	Проблемы моделирования. Расчёт модели. Проблемы эквивалентирования. Выбор режима. Вид КЗ и момент времени от начала КЗ. Выбор места КЗ. Условия для выбора уставок защит. Максимальный и минимальный режимы.	2	2	-	-
1.5	Алгоритмическая база. Классические алгоритмы. Устройства РЗ с одной подведённой величиной. Реле тока, напряжения, частоты. Устройства РЗ с двумя подведёнными величинами. Реле сопротивления. Адаптивные алгоритмы.	2	2	-	-
1.6	Классификация релейной защиты и автоматики. Классы напряжения. Типы защит оборудования напряжением 6-35 кВ. Типы защит оборудования напряжением 110-220 кВ. Типы защит оборудования напряжением 330 кВ и выше.	2	2	-	-
1.7	Основная, резервная, вспомогательная защиты. Действие защиты на сигнал и отключение. Выполнение резервной защиты и УРОВ. Принципы выполнения ближнего резервирования. Принципы выполнения дальнего резервирования	2	2	-	-
1.8	Быстродействие. Классификация защит по быстродействию. Защиты I, II, III ступеней. Чувствительность. Коэффициент чувствительности для различных видов защит). Селективность. Защита с абсолютной селективностью. Защита с относительной селективностью. Надежность	2	2	-	-

1.9	Структура защит. Структура аналоговых защит. Структура цифровых защит. Цифровые защиты: аппаратная часть (Hard), программное обеспечение (Soft). Пассивные входные преобразователи. Датчик Холла. Катушка Роговского. Цифровые ТТ и ТН Цифровые ТТ. Эффект Фарадея Цифровые ТН. Эффект Поккельса.	2	2	-	-
1.10	МЭК 61850. Назначение МЭК 61850. Достоинства и недостатки МЭК 61850. Структура МЭК 61850: GOOSE, MMS сообщения, SV в МЭК 61850 Структурная схема ЦПС. Протоколы передачи данных, используемых в РЗА	2	2	-	-
2	Теоретическая часть. Принципы выполнения защит	20	20	-	-
2.1	Особенности применения максимальных токовых защит (МТЗ) на объектах 10-750 кВ. Токовые защиты (МТЗ и ТО): расчет уставок и коэффициентов чувствительности ступеней токовой защиты. Кривые спада ТКС.	1	1	-	-
2.2	Четырехступенчатая токовая защита нулевой последовательности (ТНЗНП). Назначение. Особенности. Принцип действия. Токовые защиты: расчет уставок и коэффициентов чувствительности I, II, III, IV ступеней ТЗНП.	2	2	-	-
2.3	Трехступенчатая ДЗ. Назначение. Особенности. Принцип действия. Дистанционная защита: характеристика и расчет уставок I, II, III ступеней ДЗ; расчет тока точной работы реле сопротивления.	2	2	-	-
2.4	Назначение. Особенности. Принцип действия БК по оттоку, БК по сопротивлению БНН, ОКП.	1	1	-	-
2.5	Основные защиты ЛЭП. НВЧЗ: <ul style="list-style-type: none"> • принцип действия • Измерительные органы НВЧЗ • Пусковые и отключающие ИО МП НВЧЗ. Рекомендации по расчету уставок пусковых/отключающих ИО • Реле минимального сопротивления Рекомендации по расчету уставок РС • ИО для отстройки от КЗ за ответвлениями Рекомендации по расчету уставок. Орган тока с торможением. Рекомендации по расчету уставок.	2	2	-	-

2.6	<p>Основные защиты ЛЭП, ДФЗ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принцип действия • Измерительные органы ДФЗ • Пусковые и отключающие ИО МП ДФЗ. Рекомендации по расчету уставок пусковых/отключающих ИО • Реле минимального сопротивления Рекомендации по расчету уставок РС • ИО для отстройки от КЗ за ответвлениями Рекомендации по расчету уставок. • Орган манипуляции ДФЗ. Рекомендации по расчету уставок ОМ <p>Орган сравнения фаз. Рекомендации по расчету уставок ОСФ.</p>	4	4	-	-
2.7	<p>Основные защиты ЛЭП, ДЗЛ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Преимущества ДЗЛ • принцип действия ДЗЛ • Измерительные органы ДЗЛ • Цифровое выравнивание токов • Входной/выходной токи ДЗЛ • дифференциальный ток • тормозной ток • ИО дифференциального тока с торможением. Рекомендации по расчету уставок такого ИО • Виды каналов связи в ДЗЛ <p>ИО для отстройки от КЗ за ответвлениями Рекомендации по расчету уставок.</p>	3	3	-	-
2.8	<p>Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов. Основные защиты трансформаторов. Продольная дифференциальная токовая защита. Газовая защита трансформатора. Токовая отсечка. Резервные защиты трансформаторов. Защиты понижающих трансформаторов.</p>	2	2	-	-
2.9	<p>Защита сборных шин станций и подстанций. Дифференциальная защита шин. Схемы выполнения ДЗШ. Защита шин 6-10 кВ. Особенности микропроцессорных ДЗШ.</p>	1	1	-	-
2.10	<p>Защита синхронных генераторов. Виды повреждений генераторов. Ненормальные режимы работы генераторов.</p>	2	2	-	-
	Итого:	40	40	-	-

Рабочие программы курсов

дополнительной профессиональной образовательной
программы повышения квалификации

«Основы релейной защиты по программам повышения квалификации»

Раздел 1. (20 часов). Теоретическая часть. Общие вопросы

Общие сведения о релейной защите и автоматике элементов энергетических систем. Концепция построения систем защит на подстанции. Назначение и классификация релейной защиты и автоматики. Основные требования к РЗ. Терминология и определения в РЗА.

Общее представление о построении микропроцессорных терминалов РЗА. Процессорная часть, периферия, организация питания. Технические характеристики. Конструктивные особенности. Порты связи терминала.

Цифровая обработка сигналов. Аналого-цифровое преобразование. Аналоговая и цифровая фильтрация входных сигналов, алгоритмы и частотные свойства цифровых измерительных органов.

Проблемы моделирования. Расчёт модели. Проблемы эквивалентирования. Выбор режима. Вид КЗ и момент времени от начала КЗ. Выбор места КЗ. Условия для выбора уставок защит. Максимальный и минимальный режимы.

Алгоритмическая база. Классические алгоритмы. Устройства РЗ с одной подведённой величиной. Реле тока, напряжения, частоты Устройства РЗ с двумя подведёнными величинами. Реле сопротивления. Адаптивные алгоритмы.

Классификация релейной защиты и автоматики. Классы напряжения. Типы защит оборудования напряжением 6-35 кВ. Типы защит оборудования напряжением 110-220 кВ. Типы защит оборудования напряжением 330 кВ и выше.

Основная, резервная, вспомогательная защиты. Действие защиты на сигнал и отключение. Выполнение резервной защиты и УРОВ. Принципы выполнения ближнего резервирования. Принципы выполнения дальнего резервирования.

Быстродействие. Классификация защит по быстродействию. Защиты I, II, III ступеней. Чувствительность. Коэффициент чувствительности для различных видов защит). Селективность. Защита с абсолютной селективностью. Защита с относительной селективностью. Надежность.

Структура защит. Структура аналоговых защит. Структура цифровых защит. Цифровые защиты: аппаратная часть (Hard), программное обеспечение (Soft). Пассивные входные преобразователи. Датчик Холла. Катушка Роговского. Цифровые ТТ и ТН Цифровые ТТ. Эффект Фарадея Цифровые ТН. Эффект Поккельса.

МЭК 61850. Назначение МЭК 61850. Достоинства и недостатки МЭК 61850. Структура МЭК 61850: GOOSE, MMS сообщения, SV в МЭК 61850. Структурная схема ЦПС. Протоколы передачи данных, используемых в РЗА.

Раздел 2. (20 часов). Теоретическая часть. Принципы выполнения защит

Особенности применения максимальных токовых защит (МТЗ) на объектах 10-750 кВ. Токовые защиты (МТЗ и ТО): расчет уставок и коэффициентов чувствительности ступеней токовой защиты. Кривые спада ТКЗ.

Четырехступенчатая токовая защита нулевой последовательности (ТНЗНП). Назначение. Особенности. Принцип действия. Токовые защиты: расчет уставок и коэффициентов чувствительности I, II, III, IV ступеней ТЗНП.

Трехступенчатая ДЗ. Назначение. Особенности. Принцип действия. Дистанционная защита: характеристика и расчет уставок I, II, III ступеней ДЗ; расчет тока точной работы реле сопротивления.

Назначение. Особенности. Принцип действия БК по оттоку, БК по сопротивлению БНН, ОКП.

Основные защиты ЛЭП. НВЧЗ:

- принцип действия
- Измерительные органы НВЧЗ
- Пусковые и отключающие ИО МП НВЧЗ. Рекомендации по расчету уставок пусковых/отключающих ИО
- Реле минимального сопротивления Рекомендации по расчету уставок РС
- ИО для отстройки от КЗ за ответвлениями Рекомендации по расчету уставок.

Орган тока с торможением. Рекомендации по расчету уставок.

Основные защиты ЛЭП. ДФЗ:

- принцип действия
- Измерительные органы ДФЗ
- Пусковые и отключающие ИО МП ДФЗ. Рекомендации по расчету уставок пусковых/отключающих ИО
- Реле минимального сопротивления Рекомендации по расчету уставок РС
- ИО для отстройки от КЗ за ответвлениями Рекомендации по расчету уставок.
- Орган манипуляции ДФЗ. Рекомендации по расчету уставок ОМ

Орган сравнения фаз. Рекомендации по расчету уставок ОСФ.

Основные защиты ЛЭП. ДЗЛ:

- Преимущества ДЗЛ
- принцип действия ДЗЛ
- Измерительные органы ДЗЛ
- Цифровое выравнивание токов
- Входной/выходной токи ДЗЛ
- дифференциальный ток
- тормозной ток
- ИО дифференциального тока с торможением. Рекомендации по расчету уставок такого ИО
- Виды каналов связи в ДЗЛ

ИО для отстройки от КЗ за ответвлениями Рекомендации по расчету уставок.

Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов. Основные защиты трансформаторов. Продольная дифференциальная токовая защита. Газовая защита трансформатора. Токовая отсечка. Резервные защиты трансформаторов. Защиты понижающих трансформаторов.

Защита сборных шин станций и подстанций. Дифференциальная защита шин. Схемы выполнения ДЗШ. Защита шин 6-10 кВ. Особенности микропроцессорных ДЗШ.

Защита синхронных генераторов. Виды повреждений генераторов. Ненормальные режимы работы генераторов.

4. Организационно-педагогические условия реализации программы

Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий	Вид занятий	Наименование оборудования
Учебная аудитория	Лекции	Ноутбук, мультимедийный проектор, экран, доска

Требования к преподавателям

Высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование в области, соответствующей преподаваемому предмету, без предъявления требований к стажу работы либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению деятельности в образовательном учреждении без предъявления требований к стажу работы.

Методические рекомендации по реализации программы

При изучении программы повышения квалификации по теме «Основы релейной защиты по программам повышения квалификации» необходимо обратить внимание на важность содержания всех разделов данной программы. Так как безотказная работа устройства обеспечивается не только качеством изготовления изделия, но и правильной его подготовкой к эксплуатации.

Настоящий курс содержит все необходимые сведения для проведения самостоятельной проверки устройств РЗА и предназначен для повышения квалификации специалистов электротехнических лабораторий электроцехов электростанций, а также служб РЗА в энергосистемах.

5. Оценка качества освоения программы

Формы аттестации

Промежуточная аттестация в виде комплексной промежуточной аттестации в форме зачета.

Освоение программы обучения заканчивается итоговой аттестацией в форме зачета.

Аттестационная комиссия формируется из числа работников Учреждения и лиц, приглашенных из сторонних организаций. Председатель и состав членов аттестационной комиссии утверждается приказом директора Учреждения.

К итоговой аттестации допускаются обучающиеся успешно освоившие дополнительную профессиональную образовательную программу и успешно сдавшие комплексную промежуточную аттестацию.

Итоговая аттестация проводится только в очной форме в учебном классе Учреждения в форме зачета по билетам.

Критерии оценки

№ п/п	Оцениваемые параметры итоговой аттестации по программе	Оценка
1.	Обучающийся считается аттестованным, если имеет положительные ответы по всем вопросам, выносимым на итоговую аттестацию. В ходе ответа на вопросы в полной мере представлены знания по заданной тематике	Зачтено
2.	Не раскрыты заданные вопросы. Нет понимания данной темы.	Не зачтено

6. Иные компоненты

Учебно-методическое обеспечение программы

1. Правила устройства электротехнических установок. М.: Энергия, 1985. 480 с. (или другое издание).
2. Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе», утвержденного Советом директоров ПАО «Россети» (протокол от 25.10.2013 № 138), Версия 2.0 Москва, 2016
3. СТО 56947007-29.120.70.241-2017. Технические требования к микропроцессорным устройствам РЗА. Стандарт организации. Дата введения: 28.02.2017. Дата введения изменений: 11.12.2019 Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. -М.: Энергоатомиздат, 1998. 800с.
4. Терминал дифференциально-фазной защиты с функцией КСЗ линий 110-220 кВ типа «ТОР 300 ДФЗ 54х». Руководство по эксплуатации. Описание функций защит. АИПБ.656122.011-025 РЭ2 v19.1.
5. Микропроцессорная защита линии 110-220 кВ типа «ТОР 300 ДФЗ 5хх». Рекомендации по расчету уставок АИПБ.656467.001-04 РРУ v19.2. Чебоксары: 2019. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. М.: Энергоатомиздат, 2007, xxx с.
6. Дьяков А.Ф., Платонов В.В. Основы проектирования релейной защиты электроэнергетических систем: Учеб. пособие для вузов. -М.: Издательство МЭИ, 2000. 248с.
7. Руководящие указания по релейной защите. Расчеты токов короткого замыкания для релейной защиты и системной автоматики в сетях 110-750 кВ. М.: Энергия, 1979. 152с.
8. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 12. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю линий 110-500 кВ. - М.: Энергия, 1980.-88 с.
9. Панель высокочастотной направленной защиты ПДЭ-2802/ Я.С.Гельфанд, Н.А.Дони, А.И. Левиуш и др. - М.: Энергоатомиздат, 1992.-128 с.
10. Руководящие указания по релейной защите. Выпуск 9. Дифференциально-фазная высокочастотная защиты линий 110 – 330 кВ. – М.: Энергия, 1972
11. Панели защитные типов ДФЗ-201 УХЛ4 и ДФЗ-20104 Техническое описание и инструкция по эксплуатации ИАЕЖ.656264.012ТО
12. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М.: Энергия, 1970. 455с.
13. Руководящие указания по релейной защите. Выпуск 13Б. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110 – 500 кВ: Расчеты. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 96с
14. Электротехнический справочник: В 3 т. Т. 3. 2 кн. Кн. 1. Производство и распределение электрической энергии (Под общ. ред. профессоров МЭИ: 7-е изд., испр. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1988. 880 с.
15. Электротехнический справочник: В 3-х т. Т. 2. Электротехнические изделия и устройства. М.: Энергоатомиздат, 1986. 712с.
16. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.