

Ключевые слова: релейная защита, электроавтоматика, противоаварийная автоматика, эксплуатация, отчетность, оценка.

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН РУП «Экономэнерго»

2 СОГЛАСОВАН управлением электрических сетей ГПО «Белэнерго»; инспекцией по эксплуатации электрических станций и сетей ГПО «Белэнерго»; РУП «ОДУ».

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Указанием государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» 16.01.2008 г. № 2

4 ВЗАМЕН Общей инструкции по эксплуатации устройств релейной защиты и электроавтоматики. ЭР1. ТЭО «Белорусэнерго», 1991г.

Настоящий стандарт организации не может быть тиражирован и распространен без разрешения ГПО «Белэнерго»

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	1
4 Сокращения.....	2
5 Общие указания.	3
6 Эксплуатационные требования к рабочему проектированию.	4
7 Технологические требования к монтажу.	7
8 Организационные мероприятия при проведении работ в устройствах РЗА.	9
8.1 Общие положения.	9
8.2 Разработка программ работ.	10
8.3 Оформление оперативной заявки.	11
8.4 Общие требования при производстве работ.	13
8.6 Подготовка устройств РЗА к вводу в работу.	14
8.7 Приемка устройств РЗА и ввод их в работу.	14
8.8 Требования к оформлению технической документации.....	15
9 Технические мероприятия по проверке устройств РЗА.	17
10 Эксплуатация устройств РЗА между плановыми техническими обслуживаниями.	23
11 Планирование и отчетность по устройствам релейной защиты и электроавтоматики.	24
12 Учет и оценка устройств РЗА.	24
13 Указания мер безопасности при выполнении технического обслуживания устройств РЗА.....	29

СТАНДАРТ ГПО «БЕЛЭНЕРГО»

Инструкция по эксплуатации устройств релейной защиты, электроавтоматики и вторичной коммутации

Дата введения 2008-05-01

1 Область применения

Настоящая "Инструкция по эксплуатации устройств релейной защиты, электроавтоматики и вторичной коммутации" (далее Инструкция) определяет порядок организации, методику и последовательность производства работ при реконструкции и эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики.

С выходом настоящей Инструкции утрачивает силу "Общая инструкция по эксплуатации устройств релейной защиты и электроавтоматики. ЭР-1" (ТЭО «Белорусэнерго», Минск, 1991г.).

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации:

ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

3 Термины и определения

В настоящей инструкции применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 восстановление: Процесс перевода объекта в работоспособное состояние из неработоспособного состояния. Восстановление работоспособного состояния объекта включает идентификацию отказа (определение его места и характера), замену или ремонт отказавшего компонента, регулирование и контроль технического состояния компонентов объекта и заключительную операцию контроля работоспособности объекта в целом (ГОСТ 27.002-89);

3.2 исправное состояние (исправность): Состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативной и (или) конструкторской (проектной) документации (ГОСТ 27.002-89);

3.3 контроль: Проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям;

3.4 неисправное состояние (неисправность): Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативной и (или) конструкторской (проектной) документации (ГОСТ 27.002-89);

3.5 неработоспособное состояние (неработоспособность): Состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризую-

СТП 09110.35.521-07

щего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативной и (или) конструкторской (проектной) документации (ГОСТ 27.002-89);

3.6 оперативный персонал: Категория работников, непосредственно воздействующих на органы управления электроустановок и осуществляющих управление и обслуживание электроустановок в смене;

3.7 отказ: Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта (ГОСТ 27.002-89);

3.8 повреждение: Изменение в процессе эксплуатации значения любого параметра (характеристики) состояния изделия и (или) его составных частей относительно его номинального уровня, определенного в эксплуатационной, ремонтной или нормативной документации, в сторону установленных пределов, при нарушении которых изделие переходит в неисправное или неработоспособное состояние;

3.9 работоспособное состояние (работоспособность): Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативной и (или) конструкторской (проектной) документации (ГОСТ 27.002-89);

3.10 ремонт: Комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделия и восстановлению ресурса изделий или их составных частей;

3.11 эксплуатация: Стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество. Эксплуатация изделия включает в себя в общем случае использование по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт.

4 Сокращения

В настоящей инструкции применяют следующие сокращения:

АВР - автоматическое включение резерва;

АГП - автомат гашения поля;

АПВ - автоматическое повторное включение;

АРТ - автоматическая разгрузка трансформаторов;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

АЧР – автоматическая частотная разгрузка;

в.ч. – высокочастотный;

ДЗШ - дифференциальная защита шин;

ИМС – интегральная микросхема;

к.з. – короткое замыкание;

ОРУ – открытое распределительное устройство;

ПА - противоаварийная автоматика;

ПТЭ - правила техники эксплуатации;

ПТБ - правила техники безопасности;

ЭС –электрические сети;

РЗА - релейная защита и автоматика;
РУ - распределительное устройство;
СРЗА – служба релейной защиты и автоматики;
СРЗ и ПА – служба релейной защиты и противоаварийной автоматики;
СРЗАИ – служба релейной защиты, автоматики и измерений;
СР и ЭЭО – служба ремонта и эксплуатации электрооборудования;
ССДТУ – служба средств диспетчерского и технологического управления;
ТБ - техника безопасности;
ТН - трансформатор напряжения;
ТО – техническое обслуживание;
ТТ - трансформатор тока;
УРОВ - устройства резервирования отказа выключателей;
х.х – холостой ход;
ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
ЭТЛ - электротехническая лаборатория.

5 Общие указания.

5.1 К устройствам РЗА, на которые распространяется действие настоящей Инструкции, относятся низковольтные комплектные устройства и связанные с ними вторичные цепи предназначенные для защиты и управления электрооборудования электрических станций, подстанций и линий электропередачи, для сигнализации неисправности этого оборудования, для взаимодействия с автоматизированными системами управления и цепи переменного тока и напряжения, подсоединенные к вторичным обмоткам измерительных трансформаторов тока и напряжения.

5.2 Требования настоящей Инструкции обязательны для персонала, занимающегося эксплуатацией устройств РЗА. К этому персоналу относятся:

- персонал СРЗ и ПА РУП «ОДУ»;
- персонал СРЗА РУП - облэнерго;
- персонал СРЗАИ филиалов РУП - облэнерго;
- персонал ЭТЛ электростанций.

Требования настоящей Инструкции распространяются на персонал специализированных организаций, проводящих работы по монтажу, наладке и техническому обслуживанию устройств РЗА электростанций и подстанций.

5.3 При выполнении работ на устройствах РЗА необходимо выполнять требования ПУЭ, ПТЭ, ПТБ, настоящей Инструкции, [3], [4], [5], инструкций, методических указаний по обслуживанию отдельных устройств РЗА и заводской документации.

5.4 Если наладка устройств РЗА при новом включении производится сторонней организацией, то перед проверкой устройств РЗА рабочим током и напряжением производится их приемка в эксплуатацию местной службой РЗА.

5.5 При выполнении реконструкции, модернизации и новом строительстве РУП-облэнерго обязаны проводить оценку электромагнитной обстановки новых электроэнергетических объектов, а также электромагнитной обстановки существующих электроэнергетических объектов, в первую очередь там, где эксплуатируются микропроцессорные устройства и системы защит и управления.

6 Эксплуатационные требования к рабочему проектированию.

6.1 Все проекты устройств РЗА новых объектов и по реконструкции действующих объектов выполняются проектными организациями на основании задания на проектирование с учетом:

- требований технических нормативных правовых актов по проектированию станций и подстанций;
- результатов оценки электромагнитной обстановки на электроэнергетических объектах;
- расчета уставок РЗА данного объекта;
- реконструкции устройств РЗА смежных энергообъектов.

6.2 На стадии рабочего проектирования проектная организация обязана согласовать проекты по устройствам РЗА с соответствующими службами РЗА в зависимости от принадлежности проектируемого оборудования.

6.3 Проектная документация по РЗА энергообъекта, предъявляемая заказчику, кроме исполнительных, принципиальных и монтажных схем должна содержать:

- расчеты токов аварийных режимов;
- расчеты уставок устройств РЗА;
- расчет сети постоянного оперативного тока;
- конфигурацию терминалов микропроцессорных защит;
- мероприятия по улучшению электромагнитной обстановки на энергообъектах при использовании микропроцессорных устройств РЗА.

6.4 Устройства защиты и автоматики, которые могут оперативно выводиться по режиму или при неисправности должны иметь индивидуальные переключающие устройства.

6.5 Для проведения эксплуатационных проверок и испытаний в цепях защиты и автоматики следует предусмотреть специальные испытательные клеммы, обеспечивающие без отсоединения проводов или кабелей отключение от источника оперативного тока цепей сигнализации, выходных цепей и подключение испытательных устройств.

6.6 Для питания различных устройств защит должна быть выделена, как правило, отдельная обмотка трансформаторов тока.

Цепи тока защиты шин разрешается включать последовательно с резервными защитами присоединений.

При наличии двух комплектов защит, их цепи тока подключаются к разным трансформаторам тока присоединения.

6.7 При проектировании дифференциальных защит шин объединение токовых цепей отдельных присоединений выполняется на отдельной сборке защиты шин.

6.8 Защитное заземление в цепях тока должно предусматриваться в одной точке для всей группы электрически связанных цепей тока и выполняться в наглядном и удобном для отсоединения при проверках месте, ближайшем к трансформаторам тока.

6.9 Все устройства защиты и автоматики, питающиеся от трансформаторов напряжения, должны иметь контроль исправности цепей напряжения с действием на сигнал.

Защиты, не допускающие по принципу действия потери напряжения, должны иметь блокировку при неисправности цепей напряжения, которая автоматически выводит защиту из работы.

6.10 Защитное заземление вторичных цепей трансформатора напряжения (ТН) должно выполняться на ближайшей сборке зажимов от трансформатора.

Сечение медного заземляющего провода должно быть не менее 4 мм².

Объединения вторичных цепей различных ТН не допускается.

При выполнении цепей напряжения автоматической синхронизации, где участвуют разные ТН, должны применяться разделительные трансформаторы.

6.11 Выполнение разводки вторичных цепей напряжения должно обеспечивать равенство нулю суммы токов в жилах кабеля, идущего от ТН.

Для этого необходимо предусмотреть прокладку отдельных кабелей от основной и дополнительной обмотки ТН до релейного щита. Кабели по всей длине должны прокладываться рядом. Применять кабели необходимо в металлической оболочке и заземлять оболочку с обеих концов каждого кабеля.

6.12 ТН должен быть защищен от всех видов к.з. во вторичных цепях автоматическими выключателями, имеющими блок-контакты.

Для ТН, установленных на ОРУ, автоматические выключатели и испытательные блоки устанавливаются в шкафах и ящиках ТН.

6.13 Необходимо предусматривать переключение нагрузки с одного ТН на другой (резервный), при этом должны применяться переключатели, исключающие объединение заземленных проводов разных ТН.

Для распределительных устройств, выполненных по схеме автотрансформатор – шины и по полуторной схеме, для резервирования ТН линии следует использовать ТН сборки линии или шинный ТН.

Для резервирования ТН линии распределительных устройств, выполненных по схеме многоугольника, следует использовать ТН сборки линии или ТН сборки автотрансформатора.

При отсутствии ТН на шинах или на сборке автотрансформатора резервирование ТН линии следует выполнять от ТН другой линии.

СТП 09110.35.521-07

При питании нагрузки ТН линии от резервного ТН другого присоединения считается допустимым отключение неповрежденной линии при отключении присоединения, на котором установлен резервный ТН.

6.14 Цепи отключения и цепи включения выключателей должны иметь постоянно действующий контроль исправности.

Оперативные цепи разного назначения должны питаться от отдельных автоматов.

6.15 Каждая сеть оперативного тока должна иметь устройство для постоянного контроля изоляции и уровня напряжения с действием на сигнал.

6.16 На сборках (рядах) зажимов не должны находиться в непосредственной близости зажимы, случайное соединение которых может вызвать короткое замыкание в цепях оперативного тока или включение (отключение) присоединения.

Зажимы, относящиеся к разным присоединениям или устройствам, должны быть выделены в отдельные сборки зажимов.

При размещении на панели (в шкафу) аппаратуры, относящейся к разным видам защит или устройств, разводка этих цепей по панели должна быть выполнена независимой для каждого вида защит или устройств.

6.17 В коробах провода и кабели допускается прокладывать многослойно. Сумма сечений проводов и кабелей, рассчитанных по наружным диаметрам, включая изоляцию и наружные оболочки, не должно превышать следующих значений сечения короба в свету:

-35 % для глухих коробов;

-40% для коробов с открываемыми крышками.

6.18 В одной трубе, рукаве, коробе, пучке, замкнутом канале строительной конструкции или на одном лотке запрещается совместная прокладка взаиморезервируемых цепей.

Прокладка этих цепей допускается в разных отсеках коробов и лотков, имеющих сплошные продольные перегородки из несгораемого материала.

Допускается прокладка кабельных перемычек в пределах одной ячейки ОРУ в траншеях.

6.19 Трубы, короба и гибкие металлические рукава должны прокладываться так, чтобы в них не могла скапливаться влага, в том числе от конденсации паров, содержащихся в воздухе.

Все контрольные кабели на выходе из кабельных каналов и в других открытых местах, где имеется вероятность их механических повреждений, должны быть защищены от таких повреждений.

6.20 Для присоединений 110 кВ и выше необходимо устанавливать не менее двух комплектов микропроцессорных защит, а для линий связи с АЭС не менее трех комплектов микропроцессорных защит.

6.21 Для управления выключателем присоединений 110 кВ и выше необходимо предусматривать отдельное микропроцессорное устройство. Опера-

тивное управление осуществлять с пульта управления и с помощью средств СКЗУ.

6.22 Все микропроцессорные устройства должны иметь переключающие устройства для ввода-вывода и переключения групп уставок оперативным персоналом.

6.23 Защита шин (ошиновок) 220-750 кВ должна выполняться с использованием двух независимых комплектов дифференциальной токовой защиты.

6.24 Состав и построение защит и автоматики каждого элемента сетей 110 кВ и выше должны отвечать требованиям ближнего и дальнего резервирования. При выводе из работы любого устройства РЗА должны сохраняться функции защит данного элемента сети от всех видов повреждений.

7 Технологические требования к монтажу.

7.1 По условию механической прочности жилы контрольных кабелей должны иметь сечение не менее $1,5 \text{ мм}^2$ для меди (при применении специальных зажимов - не менее $1,0 \text{ мм}^2$) и $2,5 \text{ мм}^2$ для алюминия.

Для токовых цепей - $2,5 \text{ мм}^2$ для меди и 4 мм^2 для алюминия.

Для цепей контроля и сигнализации допускается - 1 мм^2 .

В цепях с рабочим напряжением выше 100 В, сечение медных жил кабелей, присоединенных пайкой, должно быть не менее $0,5 \text{ мм}^2$.

Присоединение однопроволочных жил (под винт или пайкой) допускается осуществлять только к неподвижным элементам аппаратуры. Присоединение жил к подвижным или выемным элементам аппаратуры, а также к панелям и устройствам, подверженным вибрации, следует выполнять гибкими многопроволочными жилами.

При применении экранированных контрольных кабелей экран допускается заземлять с одной или с двух сторон. При выполнении заземления экрана кабеля с двух сторон кабель должен быть проверен на термическую устойчивость токам короткого замыкания на землю.

7.2 Монтаж цепей РЗА в пределах щитовых устройств (панели, пульта, шкафы, ящики и т.п.), а также внутренний монтаж приводов выключателей, разъединителей и других устройств по условиям механической прочности должны быть выполнены проводами или кабелями с медными жилами сечением не менее:

- $1,5 \text{ мм}^2$ для однопроволочных жил, присоединяемых винтами;
- $0,5 \text{ мм}^2$ для однопроволочных жил, присоединяемых пайкой;
- $0,35 \text{ мм}^2$ для многопроволочных жил, присоединяемых пайкой или под винт с помощью специальных наконечников.

Присоединение однопроволочных жил допускается осуществлять только к неподвижным элементам аппаратуры.

Присоединение жил к подвижным или выемным элементам аппаратуры следует выполнять гибкими многопроволочными жилами.

Для переходов на дверцы устройств должны быть применены много-

СТП 09110.35.521-07

проволочные провода сечением не менее $0,5 \text{ мм}^2$.

Допускается также применение проводов с однопроволочными жилами сечением не менее $1,5 \text{ мм}^2$ при условии, что жгут проводов работает только на кручение.

Сечения проводов на щитовых устройствах определяются требованием защиты от к.з., допустимых токовых нагрузок, а для токовых цепей - термической стойкостью.

Для монтажа следует применять провода и кабели с изоляцией, не поддерживающей горение.

Применение проводов с алюминиевыми жилами для внутреннего монтажа устройств не допускается.

7.3 При наличии масел и эмульсий в местах прокладки проводов следует применять провода с маслостойкой изоляцией.

7.4 Кабели следует подключать к сборкам зажимов. Присоединение двух медных жил кабеля под один винт не рекомендуется, а двух алюминиевых жил не допускается.

7.5 На открытой части подстанции и в не отапливаемых помещениях на рядах зажимов рекомендуется использовать стальные винты, защищенные от коррозии.

Боковые перемычки на этих рядах зажимов должны быть выполнены из медного провода сечением не менее $1,5 \text{ мм}^2$.

7.5 Для повышения надежности изоляции при заднем монтаже реле на шпильки должны быть надеты изолирующие трубки. Диаметр отверстия в панели должен быть на 5-6 мм больше диаметра шпильки.

7.6 Отверстия в шкафах приводов и ящиках, установленных на открытой части подстанции должны быть герметически уплотнены с применением влагостойкой мастики.

7.7 Боковые крышки панелей должны свободно, без нажатия, закрывать провода и жилы кабеля. Допускается не устанавливать боковые крышки, если к клеммнику панели подходит большое число кабелей.

7.8 Соединение контрольных кабелей с целью увеличения их длины допускается, если длина трассы превышает строительную длину кабеля.

Соединение кабелей осуществляется с установкой герметичных муфт или промежуточных коробок.

Высокочастотные кабели соединяются, если они одной марки. Соединение в.ч. кабелей разных марок запрещается.

7.9 Кабели вторичных цепей, жилы кабелей и провода, присоединяемые к сборкам зажимов или аппаратам, должны иметь маркировку, соответствующую схемам.

Контрольные кабели должны иметь маркировку по концам, в местах разветвления и пересечения потоков кабелей, при переходе через стены, потолки и пр. Концы резервных жил контрольных кабелей должны быть изолированы.

7.10 На панелях РЗА, на панелях и пультах управления с лицевой и обратной стороны должны быть надписи, указывающие их назначение, в соответствии с диспетчерскими наименованиями.

Установленная на панелях и пультах аппаратура должна иметь с обеих сторон надписи или маркировку согласно схемам.

Поясняющие надписи с лицевой стороны панели должны располагаться под аппаратурой. Запрещается располагать надписи сбоку, над аппаратурой и на крышках реле. С задней стороны панели поясняющая надпись должна располагаться в границах устройства.

Выполненные надписи и обозначения должны совпадать с надписями в схемах и инструкциях по обслуживанию устройств РЗА.

7.11 На панели с аппаратурой, относящейся к разным присоединениям или разным устройствам одного присоединения, которые могут проверяться раздельно, должны быть нанесены разграничительные линии и должна быть обеспечена возможность выполнения ограждения при проверке отдельных устройств РЗА.

7.12 На панелях (в шкафах) устройств РЗА, на которых оперативный персонал выполняет операции с помощью переключающих устройств (ключей, накладок, испытательных блоков и т.п.), должна быть таблица положения переключающих устройств для всех режимов работы.

7.13 Приемка из монтажа устройств РЗА без исправленных монтажных схем и выполненной в полном объеме маркировки запрещается.

8 Организационные мероприятия при проведении работ в устройствах РЗА.

8.1 Общие положения.

8.1.1 Все работы в устройствах РЗА, введенных в эксплуатацию, выполняет только персонал служб РЗА (ЭТЛ).

Персонал наладочных и монтажных организаций к работе на действующих устройствах РЗА допускается по специальному распоряжению главного инженера предприятия.

8.1.2 Работы в устройствах РЗА должны производиться персоналом, допущенным к самостоятельной проверке определенного вида устройств. Остальной персонал включается в состав бригады для участия в работах под руководством лица, имеющего право самостоятельной проверки.

8.1.3 Круг лиц и перечень устройств РЗА, к которым допускается тот или иной работник службы РЗА (ЭТЛ) для самостоятельной работы, определяется начальником соответствующей службы РЗА (ЭТЛ) и утверждается главным инженером предприятия, о чем составляется соответствующий список.

Список доводится до сведения всего персонала, связанного с выдачей нарядов, распоряжений и допуском к работе в устройствах РЗА.

СТП 09110.35.521-07

При проверке знаний ПТЭ у персонала служб РЗА (ЭТЛ), приемочная комиссия подтверждает или снижает объем устройств РЗА, к которым имеет право допуска экзаменуемый работник.

8.1.4 Во всех случаях, когда проверка производится работником, не допущенным к самостоятельным проверкам, ответственность за выполняемую работу наряду с ним несут: лицо выдавшее распоряжение на производство работ и оперативный персонал, допустивший его к работе.

8.1.5 Работы на устройствах РЗА, закрепленные за данным работником службы РЗА (ЭТЛ), должны производиться под его руководством. В отдельных случаях он может быть заменен по распоряжению начальника службы РЗА (ЭТЛ) другим работником.

8.1.6 Руководитель работ несет полную ответственность за все работы, производимые лично им и под его руководством. Он отвечает за своевременность выполнения работ, подготовку и организацию проведения работы, выполнение всех действующих правил, инструкций, циркуляров и качество выполнения работ.

8.1.7 Проверка устройств РЗА должна производиться с соблюдением правил и норм охраны труда, ПТБ, ПТЭ, действующих инструкций и программ работ.

На работы, требующие создания специальной схемы сети, особых условий испытаний, применения нестандартных методов проверки и т.п., должна быть составлена и утверждена в вышестоящей службе специальная программа.

8.1.8 Для решения организационных вопросов по разделению зон обслуживания между службами релейной защиты, связи, СДТУ, Р и ЭЭО должен быть составлен «Перечень разграничения зон обслуживания по панелям, шкафам и прочему оборудованию», утвержденный главным инженером энергопредприятия.

8.2 Разработка программ работ.

8.2.1 Работы в действующих установках по техническому обслуживанию устройств РЗА со сложными внешними связями или требующие координации отдельных этапов работ, работы, охватывающие несколько объектов, выполняются по программам.

8.2.2 Программы составляются в целях обеспечения такого порядка работ в устройствах РЗА, который не привел бы к снижению надежности работы электростанций и подстанций и был безопасен для персонала, проводящего эти работы.

8.2.3 Программы работ в обязательном порядке составляются на работы, производимые в следующих устройствах РЗА:

- общеподстанционные устройства, связанные по цепям вторичной коммутации с двумя и более присоединениями (ДЗШ, АПВ, АВР, УРОВ, АЧР; АРТ, устройства системной автоматики);

- устройства РЗА генераторов, блоков, синхронных компенсаторов, шунтирующих реакторов;

- устройства РЗА трансформаторов напряжением 110 кВ и выше;

- устройства РЗА линий напряжением 110кВ и выше;
- устройства РЗА шиносоединительных, секционных и обходных выключателей.

8.2.4 Программа работ должна содержать;

8.2.4.1 объект, наименование, цель, объем и последовательность работ (расширение объема, указанного в программе не допускается);

8.2.4.2 исходное состояние прилегающей сети, оборудования и устройств РЗА, если это требуется по условиям проведения работ;

8.2.4.3 перечень мер, предотвращающих воздействие на работающее оборудование и на цепи других устройств РЗА, который включает:

- устройства РЗА, которые должны быть выведены для обеспечения производства работ;

- устройства РЗА, включаемые только на время производства работ или подменяющие отключенное устройство;

- устройства РЗА, отключаемые только на время подготовки вспомогательных цепей, необходимых для проведения работ, а затем вновь включаемые в работу;

- устройства РЗА, режимы которых необходимо изменить на время производства работ;

- операции с устройствами РЗА при выводе их из работы и порядок ввода после окончания работ, выполняемые оперативным персоналом;

8.2.4.4 порядок операций, выполняемых персоналом СРЗА (ЭТЛ):

- операции с переключающими устройствами;

- отсоединение и изолировка проводов, снятие и установка перемычек в цепях РЗА;

- закрытие изоляционным материалом действующих цепей, с последующим удалением этого материала;

- закорачивание и отсоединение, с последующим восстановлением, цепей тока и т.п.;

- проверка работоспособности устройств РЗА, цепи которых разбирались при работе.

8.2.5 Программу составляет и подписывает старшее лицо, непосредственно выполняющее работы (производитель работ), а утверждает - лицо, выдающее наряд или распоряжение на работу. В случаях, когда на присоединении работают несколько бригад, программу составляет и подписывает производитель работ одной из бригад, назначенный лицом выдающим наряд или распоряжение.

8.2.6 Для обеспечения составления программ службами РЗА (ЭТЛ) могут быть подготовлены типовые программы. При наличии типовых программ составление разовой программы работ упрощается и сводится к ссылке на типовую программу и записи дополнений к ней.

8.3 Оформление оперативной заявки.

8.3.1 На все работы по техническому обслуживанию и испытаниям устройств РЗА действующих электроустановок оформляются в установ-

СТП 09110.35.521-07

ленном порядке оперативные заявки, согласованные с другими производственными службами, совмещающими работы.

8.3.2 Заявки подаются следующих видов:

8.3.2.1 плановые (ПЛ) - заявки на работы, выполняемые в соответствии с утвержденными планами ремонтов оборудования, планами- графиками технического обслуживания устройств РЗА;

8.3.2.2 неплановые (НПЛ) - заявки на работы, отсутствующие в утвержденном годовом и месячном плане ремонтов оборудования и плане-графике технического обслуживания устройств РЗА, необходимость которых возникла в процессе эксплуатации оборудования;

8.3.2.3 неотложные (НО) - заявки на работы, выполняемые для повышения (восстановления, стабилизации) эксплуатационных характеристик, требующие срочного вывода из работы устройств РЗА для предотвращения не прогнозируемого снижения эксплуатационных характеристик способных привести к неправильной работе или отказу РЗА и последующему повреждению или аварийному отключению оборудования;

8.3.2.4 аварийные (АВ) – заявки на работы, на устройствах РЗА, выведенных из работы автоматически или вручную дежурным персоналом из-за неисправности для предотвращения неправильной или ложной работы. Аварийная заявка может оформляться после вывода из работы устройства РЗА и должна содержать причины вывода из работы и ориентировочный срок ремонта.

8.3.3 В необходимых случаях оформляется заявка на создание необходимого режима работы оборудования (проверка под нагрузкой и т.п.).

Не менее чем за один день, до подачи в диспетчерскую службу, заявка должна согласовываться с вышестоящей службой РЗА.

Неотложные и аварийные заявки разрешается подавать в любое время суток непосредственно диспетчеру в оперативном управлении которого находится отключаемое оборудование.

8.3.4 Оперативная заявка на работы в устройствах РЗА подготавливается персоналом службы РЗА (ЭТЛ). Заявка должна быть тщательно подготовлена, при ее составлении должны быть предусмотрены следующие меры:

8.3.4.1 обеспечение полноценной защиты оборудования и линии электропередачи другими устройствами РЗА от всех видов к.з., удовлетворяющих требованиям быстродействия, чувствительности и по мере возможности – селективности. В противном случае должна быть осуществлена временная быстродействующая защита или введено оперативное ускорение резервных защит или присоединение должно быть отключено;

8.3.4.2 обеспечение режима работы электрооборудования и линий электропередачи, обеспечение резервного питания потребителей;

8.3.4.3 обеспечение режима работы электрической сети для проверки устройств РЗА под нагрузкой.

8.4 Общие требования при производстве работ.

8.4.1 Виды и объемы работ по техническому обслуживанию (ТО) устройств РЗА определяются [3], [4].

8.4.2 Производитель работ в устройствах РЗА действующих электроустановок должен назначаться из числа персонала служб РЗА (ЭТЛ), обученного и допущенного к самостоятельным проверкам соответствующих устройств, а также из числа соответствующего персонала специализированных организаций, проводящих работы по ТО.

8.4.3 Производителя работ и членов бригады, производящих работы на устройствах РЗА по разрешенной заявке, запрещается отвлекать на другие работы несвязанные с выполнением работ по заявке.

Исключение допускается только для выполнения работ по ликвидации аварий, пожаров и последствий стихийных явлений.

8.4.4 Включение и отключение первичных коммутационных аппаратов, требующиеся по условиям производства работ и выполняемые персоналом СРЗА, должны проводиться в соответствии с ПТБ.

8.5 Подготовка к проведению работ.

8.5.1 К работам по разрешенной заявке и оформленным в соответствии с ПТБ нарядом или распоряжением можно приступать только по разрешению диспетчера, в управлении которого находится данное устройство РЗА.

8.5.2 До начала допуска к работе персонал РЗА обязан:

8.5.2.1 подготовить необходимую для проведения работ документацию (паспорта-протоколы, схемы, рабочую программу, техническое описание и инструкции по эксплуатации, методические указания по техническому обслуживанию, рабочие журналы, директивные материалы, задание на наладку);

8.5.2.2 подготовить необходимые приборы, испытательную аппаратуру, инструмент и приспособления для удобного и безопасного производства работ;

8.5.2.3 обеспечить достаточную освещенность рабочего места.

8.5.3 После получения разрешения диспетчера оперативный персонал должен:

8.5.3.1 выполнить необходимые отключения и включения первичного оборудования;

8.5.3.2 вывести из работы переключающими устройствами устройства РЗА, разрешенные к выводу;

8.5.3.3 закрыть изолирующими створками или оградить панели (части панелей) устройств РЗА, находящихся рядом с теми, на которых будут производиться работы, как с лицевой стороны, так и с обратной стороны панелей;

8.5.3.4 выполнить все мероприятия в соответствии с требованиями ПТБ;

СТП 09110.35.521-07

8.5.3.5 произвести целевой инструктаж бригады, которая будет производить работы;

8.5.3.6 произвести допуск бригады в соответствии с нарядом или распоряжением на проведение работ по заявке.

8.5.4 В случае совмещения производителем работ обязанностей допускающего, выполнение работ по п.8.5.3 возлагается на производителя работ.

8.5.5 Во время допуска производитель работ должен выяснить у допускающего, какие меры приняты при подготовке рабочего места и проверить эту подготовку личным осмотром в пределах рабочего места.

8.5.6 После допуска к работе перед проверкой устройств РЗА производитель работ должен выполнить отсоединение устройств РЗА от всех действующих цепей.

Отсоединение производится мостиками измерительных зажимов, отключением и изолированием проводов на рядах зажимов с соблюдением мер предосторожности. Такими мерами являются:

8.5.6.1 дополнительные отключения переключающими устройствами;

8.5.6.2 тщательный контроль вторым лицом, входящим в состав бригады, за правильностью отсоединения цепей по рабочим программам.

8.6 Подготовка устройств РЗА к вводу в работу.

8.6.1 После окончания проверки устройства РЗА от постороннего источника тока производится проверка его током нагрузки и рабочим напряжением, методами, указанными в инструкциях и методиках по проверкам отдельных устройств РЗА. Эту проверку совмещают с приемкой, если работа выполнялась наладочной организацией.

8.6.2 По окончании проверки рабочим током и напряжением производится соединение всех цепей, отключенных ранее. Обо всех соединениях цепей делаются отметки в программе работ.

8.6.3 После присоединения внешних связей проверяемого устройства РЗА с другими устройствами, на устройстве запрещены любые работы за исключением оперативного обслуживания.

8.7 Приемка устройств РЗА и ввод их в работу.

8.7.1 Если работы на вновь вводимых, реконструируемых устройствах РЗА проводились наладочной организацией, то после окончания работ производится приемка устройств РЗА эксплуатируемой организацией.

8.7.2 Приемка производится работником службы РЗА (ЭТЛ), закрепленным за этим устройством или другим работником, допущенным к самостоятельной проверке устройства и назначенным начальником данной службы или лицом назначенным руководством вышестоящей организации. Приемка осуществляется с участием представителя наладочной организации.

8.7.3 В процессе приемки принимающий должен проверить, что:

8.7.3.1 наладочные работы были проведены качественно и в объеме регламентированном действующими правилами технического обслуживания при новом включении;

8.7.3.2 исполнительные схемы устройства РЗА соответствуют принципиальным схемам с учетом выполненных корректировок.

8.7.4 При проведении приемки производится внешний осмотр, проверка отдельных элементов устройства, проверка уставок и временных характеристик в полной схеме, проверка взаимодействия с другими устройствами РЗА и коммутационными аппаратами, проверка рабочим током и напряжением.

При приемке микропроцессорных устройств РЗА дополнительно проверяется конфигурация устройств в соответствии с проектным решением и выполнение уставок устройств в соответствии с заданием на наладку, а также проверка функций регистрации событий, диагностики коммутационных аппаратов и других функций в соответствии с проектом.

8.7.5 По окончании работ, производитель работ должен сделать запись в журнале релейной защиты на щите управления о проведенной работе, состоянии устройства РЗА и готовности его к работе.

8.7.7 Перед вводом в работу устройства РЗА производитель работ или представитель службы РЗА должен подробно проинструктировать оперативный персонал с демонстрацией на месте операций, предусмотренных местной инструкцией по оперативному обслуживанию устройств РЗА.

Без проведения инструктажа оперативный персонал к обслуживанию данных устройств не должен допускаться.

8.7.8 После ознакомления с записью в журнале релейной защиты и прохождения инструктажа оперативный персонал производит осмотр включаемого устройства РЗА (состояние монтажа, наличие соответствующих надписей, положение указательных реле и переключающих устройств, наличие сигнальных ламп и соответствие их режиму, показания измерительных приборов, контрольных устройств, показания дисплеев микропроцессорных терминалов и т.п.).

8.7.6 Ввод в работу новых устройств РЗА может производиться при наличии разрешающей записи в журнале релейной защиты по распоряжению диспетчера.

8.8 Требования к оформлению технической документации.

8.8.1 Принципиальные схемы устройств РЗА, конфигурация микропроцессорных терминалов согласовываются со службой РЗА той ступени, к которой относится устройство РЗА по оперативному управлению, в соответствии с диспетчерской подчиненностью.

На схемах должна быть надпись «согласовано» и подпись ответственного лица службы РЗА.

8.8.2 Исполнительные схемы, по которым производятся работы, должны быть выверены и соответствовать монтажу устройств РЗА.

СТП 09110.35.521-07

Все отсоединенные цепи и перемычки должны быть указаны в схемах.

Исполнительные схемы должны содержать надпись «Схема исполнительная», схемы конфигурации должны содержать надпись «Схема конфигурации» и быть подписаны ответственным лицом службы РЗА (ЭТЛ), осуществляющим эксплуатацию устройства РЗА.

Исполнительные схемы и конфигурация должны соответствовать проектным с изменениями, согласованными проектной организацией и вышестоящей службой РЗА.

Исполнительные схемы РЗА и конфигурация терминалов микропроцессорных устройств, должны высылаться в вышестоящие службы РЗА в объеме, согласованном вышестоящей службой РЗА (СРЗА РУП-облэнерго, СРЗ и ПА РУП «ОДУ»).

8.8.3 Инструкции по оперативному обслуживанию устройств РЗА должны быть подготовлены службой РЗА, эксплуатирующей данное устройство и утверждены главным инженером предприятия.

Так же должны быть подготовлены таблицы положения переключающих устройств для различных режимов работы.

8.8.4 Когда работы проводятся наладочной организацией, то перед приемкой она представляет:

8.8.4.1 скорректированные исполнительные схемы;

8.8.4.2 конфигурацию терминалов микропроцессорных устройств;

8.8.4.3 типовые протоколы наладки устройств РЗА. Допускается вместо протоколов наладки применять паспорт-протокол, разработанный в энергосистеме. Если отсутствуют типовые протоколы на устройство, допускается применение протоколов, разработанных наладочной организацией.

8.8.5 Ввод в работу устройств РЗА при отсутствии исполнительных схем запрещается.

8.8.6 При реконструкции устройств РЗА в инструкции по их оперативному обслуживанию должны быть внесены изменения. При несущественных изменениях допускается выполнение их позже, в пределах месяца, но соответствующий раздел инструкции заменяется записью в журнале релейной защиты.

8.8.7 Перед вводом устройств РЗА в работу делается запись в журнале релейной защиты, которая должна содержать:

8.8.7.1 сведения о проведенной работе;

8.8.7.2 изменения в порядке обслуживания;

8.8.7.3 готовность к включению устройств в работу.

С записью в журнале знакомится весь оперативный персонал под роспись об ознакомлении.

8.8.8 После ввода устройств РЗА в работу, либо перед его вводом, вносятся изменения в карты уставок, таблицы допустимых нагрузок, паспорт-протоколы, таблицы положения переключающих устройств.

В течении трех дней персонал службы РЗА (ЭТЛ), обслуживающий данное устройство, должен передать в службу РЗА, выдавшую уставки, сведения о выполнении этих уставок.

8.8.9 Сведения о недостатках в схемах устройств РЗА, дефектах и недостатках устройств, следует отправлять поставщику оборудования, в проектные организации и вышестоящую службу РЗА, для принятия мер по их устранению.

9 Технические мероприятия по проверке устройств РЗА.

9.1 Все проверки устройств РЗА должны производиться на месте установки. В случае, когда регулировка некоторых устройств не может быть проведена на месте установки, необходимо производить дополнительную контрольную проверку после установки устройства на место.

9.2 Все проверки устройств РЗА с целью повышения качества и сокращения времени должны производиться с помощью специальных комплектов испытательных устройств.

Все проверки устройств РЗА, кроме опробования взаимодействия с другими устройствами и проверки под нагрузкой, должны производиться от посторонних источников тока и напряжения.

Посторонним источником тока может быть трехфазное прогрузочное устройство или вторичные токи другого присоединения.

9.3 Технические мероприятия по проверке устройств РЗА включают подготовительные работы.

Подготовительные работы по объему делятся на подготовительные работы при новом включении и подготовительные работы при проведении ТО.

9.3.1 При новом включении проверяется соответствие устанавливаемой аппаратуры первичному оборудованию, правильность выбора аппаратуры в соответствии с заданными уставками и помехозащищенностью, достаточность связей устройств РЗА с АСУ ТП и т.п.

Проводится анализ принципиальных схем, и соответствие монтажных и принципиальных схем. Для устройств на электромеханической элементной базе анализ производится в процессе составления развернутых принципиально-монтажных схем.

При использовании микропроцессорных защит дополнительно производится анализ принципиальных схем и конфигурации терминалов.

На устройствах РЗА должны быть выставлены уставки, заданные службой РЗА в письменном виде. Уставки, если специально не оговорено, задаются в первичных величинах. Эти уставки должны быть пересчитаны во вторичные величины с учетом коэффициентов трансформации трансформаторов тока и напряжения и схемы включения реле (коэффициента схемы).

СТП 09110.35.521-07

9.3.2 При новом включении и при ТО непосредственно перед проведением работ производится подготовка следующей документации:

9.3.2.1 исполнительные, принципиальные и монтажные схемы;

9.3.2.2 инструкции и методические указания по ТО отдельных устройств РЗА;

9.3.2.3 техническое описание и инструкции по эксплуатации;

9.3.2.4 паспорта устройств РЗА и оборудования;

9.3.2.5 паспорта-протоколы (при производстве ТО);

9.3.2.6 рабочие журналы, для текущих записей и сверке результатов с результатами предыдущих записей;

9.3.2.7 уставки защит;

9.3.2.8 директивные материалы;

9.3.2.9 рабочие программы.

Так же следует подготовить испытательные устройства, измерительные приборы, инструмент, приспособления, соединительные провода и запасные части.

Для микропроцессорных устройств – персональный компьютер с необходимым программным обеспечением.

9.4 В начале работ следует производить внешний и внутренний осмотры.

9.4.1 При внешнем осмотре проверяется выполнение требований [1], [2], других директивных документов, настоящей Инструкции, соответствие проекту устройств РЗА.

9.4.2 Внутренний осмотр включает проверку особенностей устройств и проверка их механической части, которые рассматриваются в специальных инструкциях и методиках по проверке устройств РЗА.

Внутренний осмотр терминалов микропроцессорных устройств не производится, если иное не указывается в заводской документации.

9.5 Проверка схемы соединений устройств РЗА.

9.5.1 Проверку правильности выполнения схем, маркировки жил и проводов следует производить осмотром, а при новом включении «прозвонкой».

9.5.2 Проверку правильности внутреннего многослойного монтажа панелей, шкафов, пультов, агрегатных шкафов выключателей и т.п. заводского исполнения производить не следует за исключением случаев видимого повреждения.

9.6 Проверка изоляции.

9.6.1 Проверка изоляции включает в себя измерение сопротивления изоляции и испытание электрической прочности.

9.6.2 Проверка изоляции при новом включении содержит два этапа:

1 этап – предварительное измерение сопротивления изоляции отдельных узлов устройств РЗА;

2 этап – измерение и испытание электрической прочности изоляции устройств в полностью собранной схеме.

9.6.3 При ТО первый этап может не выполняться, если результаты замеров в полной схеме удовлетворительные.

9.6.4 Процесс измерения сопротивления изоляции регламентируется указаниями фирм-изготовителей или методическими указаниями на отдельные виды устройств.

9.6.5 Напряжение, используемое для измерения сопротивления изоляции, зависит от напряжения испытываемых цепей с учетом рекомендаций фирм-изготовителей.

При отсутствии таких рекомендаций, цепи напряжением свыше 60 В проверяются мегомметром 1000 В, цепи напряжением ниже 60 В проверяются мегомметром 500 В, цепи напряжением ниже 24 В проверять по рекомендациям фирм-изготовителей.

9.7 Проверка электрических и временных характеристик элементов устройств РЗА.

9.7.1 Проверка электрических и временных характеристик устройств РЗА производится в полной схеме.

Конкретные перечни параметров и характеристик отдельных типов реле и устройств РЗА, которые необходимо проверять, определены правилами технического обслуживания, инструкциями и методическими указаниями.

9.7.2 Проверку электрических характеристик аппаратов, параметры которых зависят от формы кривой тока, следует производить по схемам, обеспечивающим синусоидальность тока. Например, выполнять питание проверочных устройств от линейного напряжения, от понижающих трансформаторов достаточной мощности, включение в цепь регулирования добавочных активных сопротивлений.

9.7.3 При проверках необходимо учитывать термическую стойкость устройства РЗА, проявляя особую осторожность при подаче на проверяемое устройство РЗА тока или напряжения, превышающих длительно допустимые значения.

9.7.4 Для выходных реле или промежуточных реле, при срабатывании которых возможно отключение первичного оборудования, необходимо устанавливать напряжение срабатывания реле равным 60-65% номинального значения.

9.7.5 Настройка уставок микропроцессорных защит выполняется путем задания их через дисплей устройства или по специальной программе через подключенный компьютер.

При отсутствии промежуточных контрольных точек и наличии только выходных и сигнальных реле следует выделить одно из программируемых реле для проверки различных внутренних функций микропроцессорного устройства РЗА.

СТП 09110.35.521-07

9.7.6 При выполнении работ в устройствах с микроэлектронной элементной базой следует дополнительно соблюдать следующие меры предосторожности:

9.7.6.1 при необходимости работы с модулем вне панели, следует заземлять модуль;

9.7.6.2 запрещается при протекании через устройство рабочего тока вынимать модуль, содержащий токовые элементы;

9.7.6.3 во избежание повреждения микросхем модули и блоки устройства вынимать и вставлять только с отключенным блоком питания.

9.8 Проверка электрических и временных характеристик элементов приводов и схем управления коммутационных аппаратов.

9.8.1 Вследствие большого разнообразия коммутационных аппаратов и приводов перед проверкой их характеристик следует изучить материалы фирм-изготовителей, чтобы определиться с объемом проверки.

9.8.2 При ТО следует измерять сопротивление постоянному току электромагнитов управления и контакторов электромагнитов включения. Измеренное значение должно соответствовать заводским нормам.

При новом включении или реконструкции необходимо измерить сопротивление постоянному току всей цепи отключения и включения от шин постоянного тока как в нормальной схеме, так и при закорачивании электромагнитов управления. Расчетным путем следует убедиться, что падение напряжения в кабелях управления не превышает 10% номинального значения.

9.8.3 Напряжение надежной работы электромагнитов включения и отключения определяется при плавном увеличении напряжения (тока). Затем напряжение надежной работы уточняется при подаче напряжения (тока) толчком.

9.9 Проверка взаимодействия элементов устройств РЗА.

9.9.1 Проверку взаимодействия элементов устройств РЗА следует проводить при оперативном напряжении, равном 80% номинального значения.

9.9.2 Проверку взаимодействия реле в схемах устройств РЗА, выполненных на электромеханических реле, следует проводить замыканием и размыканием контактов реле путем воздействия от руки на якорь реле.

Проверку взаимодействия сложных устройств РЗА, выполненных на базе ИМС, следует проводить путем подачи входных воздействий с помощью блоков тестового контроля.

Взаимодействие микропроцессорных терминалов и функций внутри терминалов проверяется как с помощью тестового контроля, так и подачей входных токов и напряжений, имитирующих аварийные режимы.

9.10 Проверка временных характеристик устройств РЗА в полной схеме.

9.10.1 Характеристики снимаются с учетом взаимодействия устройств между собой при подаче на вход устройства аварийных или пусковых параметров режима с помощью комплектных проверочных устройств.

9.10.2 Проверку следует производить при полностью собранных цепях, закрытых корпусах реле, установленных и зафиксированных модулях при номинальном оперативном токе.

9.10.3 Следует измерять время повторной готовности всех элементов схемы, невозврат которых может привести к отказу или излишней работе устройств РЗА.

Если выполняется пуск УРОВ от проверяемой защиты, необходимо измерить время замкнутого состояния выходных реле защиты, которое должно быть меньше времени срабатывания УРОВ во избежание его неправильного действия.

9.10.4 После проверки временных характеристик не следует производить работы, в результате которых может нарушаться работоспособность устройств.

9.11 Проверка взаимодействия проверяемого устройства РЗА с другими устройствами РЗА и коммутационными аппаратами.

9.11.1 Проверка производится при новом включении или после ТО, связанного с работой в оперативных цепях, при которой эти цепи могли быть нарушены.

9.11.2 Проверку взаимодействия устройств РЗА, как правило, следует производить на выведенных из работы устройствах РЗА и разобранных разъединителях схемы первичных соединений коммутационных аппаратов.

9.11.3 Проверка взаимодействия устройств, действие которых происходит на других энергообъектах (в.ч. каналы, противоаварийная автоматика и т.п.), должна выполняться по программам под контролем служб РЗА, в управлении которых находятся устройства.

9.11.4 Проверка взаимодействия устройств РЗА с АСУ ТП выполняется по программам с участием всех заинтересованных служб.

9.11.5 После проверки действия проверяемого устройства на коммутационные аппараты работы в оперативных цепях не должны производиться.

9.12 Проверка правильности сборки токовых цепей и цепей напряжения вторичным током и напряжением.

СТП 09110.35.521-07

9.12.1 Перед проверкой устройств РЗА первичными токами и напряжениями целесообразно проверить обтекание токовых цепей и исправность цепей напряжения, особенно при новой наладке.

9.12.2 Правильность сборки токовых цепей следует проверять, подключив источник тока на выводах трансформаторов тока.

При наличии мощного источника переменного тока ток подается на первичные вводы трансформаторов тока.

9.12.3 Правильность сборки цепей напряжения следует проверять путем подачи напряжения от источника симметричного трехфазного напряжения 100 В. Источник напряжения не должен иметь соединений с землей.

9.13 Проверка устройств РЗА первичным током и напряжением.

9.13.1 Проверку устройства РЗА первичным током и напряжением следует производить для окончательной проверки исправности и правильности подключения устройств РЗА к цепям тока и напряжения, а также исправности самих трансформаторов тока и напряжения.

9.13.2 Проверка производится подачей тока и напряжения непосредственно в первичные обмотки трансформаторов тока и напряжения. Проверка защит присоединений до 110 кВ включительно может осуществляться подачей тока от постороннего источника с последующей проверкой правильности сборки цепей трансформаторов тока током нагрузки. Проверка сложных устройств РЗА осуществляется, как правило, током нагрузки и рабочим напряжением.

9.13.3 Непосредственно перед проверкой устройств РЗА первичным током и напряжением следует произвести осмотр устройств РЗА и рядов зажимов, проверку целостности токовых цепей путем измерения их активного сопротивления, проверку изоляции цепей тока и напряжения, наличия защитного заземления, установку переключающих устройств в соответствующие положения, чтобы исключить действие проверяемого устройства на другие.

9.13.4 Проверку защит генераторов и блоков следует выполнять в процессе пусковых испытаний, во время которых производится снятие характеристик к.з. и х.х.

9.13.5 Проверку других защит следует производить при включении в работу первичного оборудования за счет токов нагрузки. Эту проверку можно производить также при предварительном включении первичного оборудования под напряжение за счет уравнильных токов параллельно включенных трансформаторов, шунтирующих реакторов, подключенных к ВЛ 330÷750 кВ, емкостных токов ВЛ 330÷750 кВ (величиной приблизительно 0,8 А на один километр линии).

9.13.6 При новом включении необходимо сфазировать первичные цепи вновь вводимого и действующего оборудования. Для этого вновь вводимое оборудование опробуется действующим рабочим напряжением. При этом напряжение должно быть подано на первичные обмотки вновь вводимых трансформаторов напряжения (ТН).

Следует убедиться в исправности и правильной сборке вторичных цепей ТН проверкой чередования фаз, снятием векторных или потенциальных диаграмм.

Следует также обратить особое внимание на проверку правильности маркировки выводов «Н» и «К» цепей «разомкнутого треугольника», имеющих одинаковые потенциалы по отношению ко всем другим выводам вторичных обмоток ТН.

10 Эксплуатация устройств РЗА между плановыми техническими обслуживаниями.

В промежутках между плановыми ТО устройств РЗА, текущая эксплуатация включает в себя ряд мероприятий.

10.1 Необходимо опробовать действие устройств РЗА на коммутационные аппараты:

-АВР механизмов с.н. электростанций не реже одного раза в шесть месяцев;

-АВР вводов питания с.н. и АПВ ВЛ не реже одного раза в год.

Опробование производит оперативный персонал и может привлекаться персонал служб РЗА.

Необходимость опробования иных устройств определяется по местным условиям.

10.2 Необходимо периодически осматривать аппаратуру РЗА и вторичные цепи персоналом служб РЗА (ЭТЛ).

Периодичность осмотров устанавливается по местным условиям, но не реже одного раза в год.

При осмотрах контролируется отсутствие внешних повреждений устройств, состояние крепления устройств, проводов на рядах зажимов, наличие надписей и обозначений.

При технических осмотрах весной целесообразно контролировать состояние кабельных каналов и состояние проложенных в них кабелей.

При осмотре контролируется состояние сигнальных элементов, наличие оперативного напряжения, исправность напряжения «звезды» и «разомкнутого треугольника», исправность приборов контролирующего состояние защит.

При осмотре терминалов микропроцессорных защит целесообразно контролировать по дисплею текущее значение токов, напряжений, мощности и других доступных параметров, сравнивая их с показаниями щитовых приборов и показаниями АСУ ТП.

Рекомендуется контролировать соответствие выполненных уставок заданным.

10.3 В процессе эксплуатации необходимо производить корректировку инструкций для оперативного персонала по обслуживанию устройств РЗА и уточнение исполнительных схем.

10.4 По информации оперативного персонала службы РЗА (ЭТЛ) должны расследовать и вести внутренний учет случаев неисправностей

СТП 09110.35.521-07

устройств РЗА (повышенный небаланс и т.п.). Основной задачей такого учета является выявление типичных неисправностей и подготовка технических мероприятий по их устранению.

10.5 Необходимо проводить учет и анализ срабатывания устройств РЗА.

Анализ срабатывания устройств РЗА проводится на основе сопоставления данных, полученных от оперативного персонала и объективных данных (записи осциллографов, цифровых регистраторов аварийных процессов, как отдельно смонтированных, так и встроенных в микропроцессорные устройства РЗА, показания приборов или средств определения места к.з.).

Анализ срабатывания позволяет классифицировать работу устройств РЗА, выявлять недостатки устройств, неточность выбора уставок, подготавливать технические мероприятия по повышению качества работы устройств РЗА.

11 Планирование и отчетность по устройствам релейной защиты и электроавтоматики.

11.1 Вся работа электролабораторий станций и СРЗАИ филиалов РУП-облэнерго ведется на основании годовых графиков эксплуатационных проверок, годовых планов реконструктивных, наладочных работ и внедрения новой техники.

11.2. Годовые графики эксплуатационных проверок составляются с учетом сроков вывода оборудования в капитальный или текущий ремонт и окончания проверок РЗА ВЛ 110-330 кВ к грозовому режиму.

Графики проверок устройств РЗА сети 6-110 кВ согласовываются с СРЗА РУП-облэнерго и утверждаются главным инженером станции или предприятия электросетей.

Графики проверок устройств РЗА сети 220-330 кВ согласовываются с СРЗ и ПА РУП «ОДУ» и утверждаются главным инженером РУП-облэнерго.

11.3 Годовые планы реконструктивных, наладочных работ и внедрения новой техники составляются на основании тщательного анализа состояния устройства РЗА, выявления устаревших и дефектных устройств, аппаратов.

Вместе с планами представляются сводные спецификации на материалы и аппаратуру, необходимые для выполнения планов.

11.4 Годовые графики эксплуатационных проверок, планы реконструктивных, наладочных работ и внедрения новой техники служат основным материалом для составления месячных планов служб РЗА.

12 Учет и оценка устройств РЗА.

12.1 Учет и оценка работы устройств РЗА электрической части энергосистемы производятся в соответствии с «Инструкцией по учету и оценке рабо-

ты релейной защиты и автоматики электрической части энергосистем». Учет и оценка являются необходимым элементом организации правильной эксплуатации электростанций, сетей и энергосистемы в целом.

Анализ работы устройств РЗА позволяет судить об их эффективности и пригодности, о техническом уровне эксплуатации, позволяет намечать необходимые мероприятия по усовершенствованию, упрощению, а также по улучшению их эксплуатации.

12.2 Учету, анализу и оценке подлежат все случаи работы и случаи отказов устройств РЗА, установленных в энергосистеме, независимо от того, была ли при этом авария или нарушение нормального режима работы, не связанное с повреждением оборудования, недоотпуском или снижением качества электроэнергии. На электростанциях в части собственных нужд учету и оценке подлежат устройства защиты и автоматики трансформаторов, линий и электродвигателей всех напряжений, от которых зависит технологический процесс станции.

12.3 Учету и оценке подлежат также случаи работ РЗА, установленные у потребителя, если эти устройства обслуживаются персоналом служб РЗА энергосистемы.

12.4 Оценка работы устройства защиты или автоматики производится на основании сопоставления фактического действия устройства во время аварии или нарушения нормального режима с тем, которое должно быть, исходя из принципа его действия, правильно заданных и настроенных параметров.

12.5 Принимаются следующие оценки срабатывания устройств РЗА: правильные срабатывания, неправильные срабатывания (в том числе излишние срабатывания, ложные срабатывания, отказы срабатывания) и невыясненные срабатывания.

Правильное срабатывание - это состоявшееся срабатывание устройства РЗА в соответствии с назначением и при наличии требований срабатывания для ликвидации к.з. или других ненормальных режимов, или подача для этой же цели заданных сигналов на другие устройства РЗА.

Излишнее срабатывание - это срабатывание при отсутствии требования срабатывания для данного устройства РЗА при наличии требования срабатывания для другого (других) устройства РЗА. К излишним срабатываниям, относятся также действия устройств РЗА (при наличии требования срабатывания), приведшее к дополнительным (кроме заданных) отключениям, включениям, к передаче непредусмотренных (излишних) сигналов; к отключению трех фаз вместо одной; к реализации действия противоаварийной автоматики с завышенным объемом дозировки и др.

Ложное срабатывание - это срабатывание при отсутствии требования срабатывания для данного и для других устройств РЗА, а также передача в этих же условиях сигнала на другие устройства РЗА, происходящее, как правило, из-за различных помех, механических воздействий на устройства РЗА, неправильных действий персонала и др.

СТП 09110.35.521-07

Отказ срабатывания - это отсутствие срабатывания при наличии требования срабатывания для данного устройства РЗА, а также отсутствие в тех же условиях заданного выходного сигнала данного устройства РЗА. К отказам срабатывания относятся также срабатывания устройств РЗА с неполным выполнением задания (отключение или включение не всех коммутационных аппаратов, передача не всех заданных сигналов, реализация действия противоаварийной автоматики с заниженной дозировкой и др.).

Невыясненное срабатывание - это срабатывание устройства РЗА, которое не может быть отнесено к категории «правильно» или «неправильно», несмотря на тщательный анализ работы устройства, условий повреждений, режимов работы системы и пр.

Отнесение срабатываний к числу невыясненных производится с разрешения вышестоящей службы РЗА. В дальнейшем, при получении дополнительных данных, оценка срабатывания может быть изменена.

12.6 Классификации подлежат все случаи работы устройства защиты и автоматики, получившие оценку «неправильное срабатывание» (излишнее, ложное или отказ срабатывания).

12.6.1 Устанавливается следующая классификация неправильных срабатываний устройств РЗА по условной виновности:

12.6.1.1 по причинам, зависящим от служб РЗА;

12.6.1.2 по вине оперативного персонала;

12.6.1.3 по вине прочего эксплуатационного персонала;

12.6.1.4 по вине заводов-поставщиков;

12.6.1.5 по вине проектной организации;

12.6.1.6 по вине монтажной или наладочной организации;

12.6.1.7 по причинам, зависящим от организации-разработчика;

12.6.1.8 по прочим причинам;

12.6.1.9 по невыясненной причине.

Если неправильное срабатывание устройства РЗА вызвано не одной, а двумя или несколькими причинами, то условная виновность устанавливается по одной из причин, принимаемой за основную. Если в качестве основной причины принята виновность завода-поставщика, проектной организации, монтажной или наладочной организации или организации-разработчика, должен быть составлен акт-рекламация или акт-претензия, который направляется соответствующей организации.

12.6.2. Случаи неправильной работы устройства РЗА по причинам, зависящим от службы РЗА, в свою очередь классифицируются по следующим причинам:

- непосредственная вина персонала;
- неудовлетворительное состояние устройства;
- неудовлетворительность проекта.

К непосредственной вине персонала относятся:

- ошибки при реконструкциях, перемонтажах, при всех видах технического обслуживания, регулировании параметров устройств и выполне-

нии других эксплуатационных работ, том числе ложные отключения при-соединений, ошибочные пуски команд и т.п.;

- несвоевременное устранение выявленного дефекта или неисправности аппаратуры или схемы, несвоевременное выполнение противоаварийных мероприятий, требований директивных документов или указаний вышестоящей службы РЗА;

- неправильно выставленные уставки или характеристики, несвоевременное изменение параметров устройства;

- неправильные указания в инструкциях и иных документах по эксплуатации устройств РЗА, или отсутствие необходимых инструкций и указаний, что вызвало неправильные действия оперативного персонала и, как следствие, неправильные срабатывания устройств.

К неудовлетворительному состоянию устройств относятся старение изоляции и износ деталей реле, аппаратуры, контрольного кабеля (причем замена аппаратуры и кабеля своевременно не произведена не по вине службы РЗА).

К неудовлетворительности проекта относятся дефекты проекта, выполненного службой РЗА.

12.6.3 К случаям неправильной работы устройств РЗА по вине оперативного персонала относятся неправильные действия вследствие:

12.6.3.1 невыполнения или неправильного выполнения требований действующих инструкций или иных документов по РЗА, программ операций по вводу линий и оборудования, в том числе в части первичных схем и режимов, вызвавших неправильные действия устройств;

12.6.3.2 небрежного выполнения операций по обслуживанию устройства РЗА;

12.6.3.3 неисправности устройств РЗА из-за недостаточного контроля, за общим состоянием аппаратуры, панелей, шкафов;

12.6.3.4 неправильного допуска к работам на панелях и устройствах РЗА (или вблизи них), а также неправильное включение этих устройств после выполнения работ.

12.6.4. К случаям неправильной работы устройств РЗА по вине прочего эксплуатационного персонала относятся неправильные действия вследствие:

12.6.4.1 воздействий на устройства РЗА и их цепи ремонтным, строительным персоналом, персоналом других (не РЗА) служб и подразделений эксплуатации;

12.6.4.2 неправильно заданных или своевременно не скорректированных параметров настройки или исходных данных для их расчета, выданных службой режимов, диспетчерской, перспективного развития и др.;

12.6.4.3 сбоя, неправильного функционирования управляющих ЭВМ, устройств телемеханики по причинам, зависящим от служб, СДТУ, вычислительной техники и пр.

12.6.5 К случаям неправильной работы устройств РЗА по вине заводов-поставщиков относятся неправильные действия вследствие дефектов

СТП 09110.35.521-07

изготовления измерительных Т.Т. контрольного кабеля, основной и вспомогательной релейной аппаратуры, которые не могли быть выявлены при включении в работу и при профилактических испытаниях.

12.6.6 К случаям неправильной работы устройств РЗА по вине проектной организации относятся неправильные действия вследствие ошибок или недостатков проекта.

12.6.7 К случаям неправильной работы устройств РЗА по причинам, зависящим от организации-разработчика устройств РЗА, относятся неправильные действия из-за впервые проявившихся дефектов разработки новых устройств, аппаратов, реле.

12.6.8 К случаям неправильной работы устройств РЗА по прочим причинам относятся неправильные действия вследствие стихийных явлений, а также иных случайных, непредсказуемых событий.

12.6.9 К случаям неправильной работы устройств РЗА по невыясненной причине относятся неправильные действия, точные причины которых установить не удалось, несмотря на самую тщательную и полную проверку неправильно сработавшего устройства.

12.7 Дополнительной категорией учета являются допущенные неправильные срабатывания и несрабатывания РЗА, к которым относятся случаи неправильных действий, возможность которых была заранее известна, что было признано допустимым из-за малой вероятности событий.

Это может быть:

- неучет маловероятных режимов при выборе уставок РЗА;
- заранее известное техническое несовершенство того или иного устройства.

Допущенные неправильные срабатывания и несрабатывания учитываются отдельно и не суммируются с неправильными срабатываниями.

12.8 Во всех случаях, когда службой РЗА после выявления дефектов, не были приняты меры для их устранения, неправильная работа устройств учитывается по причинам, зависящим от персонала службы РЗА за исключением случаев, когда служба не имела возможности произвести устранение дефектов из-за отсутствия аппаратуры, монтажных материалов или неправильное действие произошло до истечения специально установленного срока устранения дефектов.

12.9 Ежемесячные сведения о работе устройств РЗА высылаются на имя начальника вышестоящей службы РЗА в следующие сроки: из ЭС, электростанций в РУП-облэнерго не позднее 7 числа, а из РУП-облэнерго в РУП «ОДУ» не позднее 15 числа последующего за отчетным месяцем.

В ежемесячных сведениях должно быть отражено следующее:

- все случаи (правильной и неправильной) работы устройств РЗА и ПА в сети 220 кВ и выше;
- случаи неправильной работы устройств РЗА и ПА оборудования главной схемы электростанций;
- случаи неправильной работы устройств РЗА и ПА в сети 110 кВ;
- случаи погашения шин 6-10-35 кВ;

- случаи неправильной работы микропроцессорных устройств РЗА в сети 6-330 кВ;

- случаи отказа в работе регистраторов аварийных процессов.

К сводке должна быть приложена пояснительная записка с описанием всех случаев неправильной и невыясненной работы устройств РЗА и намеченными мероприятиями по устранению случаев неправильной работы.

12.10 Ежегодно не позднее 20 января следующего года службы релейной защиты и автоматики РУП-облэнерго предоставляют ведомственную статистическую отчетность о работе устройств РЗА по формам 17, 18 – энерго РУП «ОДУ». Формы годового отчета должны иметь пояснительную записку с описанием всех случаев неправильной и не выясненной работы устройств РЗА.

13 Указания мер безопасности при выполнении технического обслуживания устройств РЗА

13.1 Работы по ТО устройств РЗА и вспомогательных цепей в действующих электроустановках производятся по нарядам или распоряжениям в соответствии с требованиями ПТБ и настоящей Инструкции.

13.2 В соответствии с требованиями [7] каждый работник, принимающий непосредственное участие в работах, обязан пройти медицинское освидетельствование и проверку знаний правил техники безопасности (получить соответствующую группу по технике безопасности), получить вводный инструктаж и целевой инструктаж на рабочем месте по технике безопасности, освоить методику проведения соответствующих работ с учетом требований правил техники безопасности, при необходимости - пройти стажировку под руководством опытного работника.

13.3 При работах необходимо пользоваться специальным электро-техническим инструментом с изолированными ручками; в частности, металлический стержень отверток должен быть изолирован. Изоляция должна оканчиваться на расстоянии не более 10 мм от конца жала отвертки.

13.4 При выполнении работ по техобслуживанию устройств РЗА следует обратить особое внимание на следующие указания:

13.4.1 временные схемы, собираемые для наладки оборудования (снятие характеристик, осциллографирование и т.п.), должны выполняться на специальных столах. Запрещается применять столы с металлической рабочей поверхностью или с металлическим обрамлением. Изоляция соединительных проводников не должна быть нарушенной;

13.4.2 временные питающие линии должны быть выполнены изолированным проводом (кабелем), надежно закреплены, а в местах прохода людей должны быть подняты на высоту не менее 2,5 м;

13.4.3 питание временных схем для проверок и испытаний должно выполняться через автоматический выключатель с обозначением включенного и отключенного положений. Последовательно с выключателем в

СТП 09110.35.521-07

цепь питания устанавливается коммутационное устройство с видимым разрывом цепи (штепсельный разъем). При снятии напряжения со схемы первым выключается выключатель, а затем штепсельный разъем;

13.4.4 сборку временных схем для электрических испытаний, переключение проводов в схеме, перестановку приборов и аппаратов в ней запрещается производить без снятия напряжения и создания видимого разрыва питающей сети;

13.4.5 при перерывах и окончании работ по техническому обслуживанию персонал, производивший работы, должен отключить линию временного питания с созданием видимого разрыва;

13.4.6 металлические корпуса переносных приборов, аппаратов должны быть заземлены (занулены) медными гибкими проводами сечением не менее 1,5 мм²;

13.4.7 при использовании в работе комплектных испытательных устройств должны быть предусмотрены меры, предотвращающие доступ к выводам, находящимся под напряжением. При подключении испытательного устройства к цепям, которые могут быть заземлены (цепи тока, напряжения), необходимо убедиться в отсутствии гальванической связи между входными и выходными зажимами устройства. При наличии такой связи следует временно отключать заземления. Во всех случаях необходимо тщательно ознакомиться с правилами безопасности при пользовании испытательным устройством;

13.4.8 рабочее место должно быть удобным и достаточно освещенным;

13.4.9 при производстве работ следует строго следить, чтобы левая и правая руки не прикасались одновременно к элементам или точкам схемы, находящимся под напряжением 36 В и более, и заземленным предметам, аппаратам (заземленным корпусам панелей, приборов, стендов, батареям центрального отопления и др.);

13.4.10 при наличии в схемах устройств РЗА конденсаторов (в случае необходимости работы в этих цепях) конденсаторы должны быть разряжены;

13.4.11 измерения следует производить сухими руками в одежде с опущенными рукавами, кольца и металлические браслеты должны быть сняты;

13.4.12 работы в цепях и устройствах РЗА должны производиться по исполнительным схемам. Работа без схем, по памяти, запрещается.

13.5 Дистанционное включение и отключение первичных коммутационных аппаратов для опробования может производить работник, проводящий техническое обслуживание, с разрешения дежурного оперативного персонала.

Перед подачей оперативного напряжения для наладки и опробования схем коммутационных аппаратов, управление которыми производится из нескольких мест, должна быть устранена возможность управления ими с

других мест (отключены цепи, вывешены плакаты "Не включать. Работают люди" или "Не открывать. Работают люди").

При работах в цепях вторичных обмоток трансформаторов напряжения с подачей напряжения от постороннего источника отключаются автоматические выключатели и рубильники, установленные в цепях вторичных обмоток трансформаторов напряжения, во избежание обратной трансформации на сторону высокого напряжения.

13.6 При работах в цепях вторичных обмоток трансформаторов тока и трансформаторов напряжения следует учитывать следующее.

13.6.1 Все вторичные обмотки измерительных трансформаторов тока и напряжения должны иметь постоянное заземление.

13.6.2 Запрещается снимать заземление вторичных обмоток трансформаторов тока и трансформаторов напряжения, если они находятся под рабочим напряжением. Запрещается снимать заземление металлических корпусов устройств РЗА, находящихся в работе.

13.6.3 При необходимости переключений в цепях вторичных обмоток трансформаторов тока при протекании тока через его первичную обмотку вторичная обмотка должна быть предварительно закорочена на специальных выводах или на контрольных штекерах испытательных блоков. Переключения должны производиться с диэлектрического коврика. Откручивание винтов, крепящих провода, следует производить медленно, одной рукой, не касаясь другой рукой ни вторичной коммутации, ни корпуса панели, при появлении малейшего искрения, треска винт следует немедленно закрутить обратно и еще раз тщательно проверить подготовительную схему. При раскорачивании токовых цепей измерительных трансформаторов тока должны быть немедленно прекращены все работы в устройствах РЗА и в аварийном порядке отключены коммутационные аппараты в цепях первичных обмоток этих трансформаторов тока.

13.6.4 При проверке полярности обмоток трансформаторов тока импульсами постоянного тока измерительный прибор должен быть предварительно надежно присоединен к выводам вторичной обмотки, только после этого в первичную обмотку можно подавать импульс тока.

13.6.5 Вторичные токовые цепи измерений и защиты должны подсоединяться к выводам вторичных обмоток трансформаторов тока только после полного окончания монтажа всех цепей.

13.7 При выполнении работ в цепях статора вращающегося невозбужденного генератора (измерение значения остаточного напряжения, чередования фаз и т.п.) принять меры по блокированию включения АГП, предварительно проверить отсутствие большого значения напряжения на вторичной обмотке измерительного трансформатора напряжения. Работы следует производить в диэлектрических перчатках или диэлектрических галошах.

13.8 Измерение фильтров присоединения высокочастотной части дифференциально-фазных защит, устройств ВЧТО, АНКА, ETL, отборов напря-

СТП 09110.35.521-07

жения разрешается на действующем высокочастотном канале при выводе его из работы.

При этом нижняя обкладка конденсатора связи должна быть заземлена по нормальной схеме через линейную катушку фильтра присоединения или заземляющий дроссель с разрядником, включенным между нижней обкладкой конденсатора связи и землей.

Подключать и отключать приборы в цепи между конденсатором связи и фильтром присоединения и в шкафу отбора напряжения разрешается только при заземленной с помощью заземляющего ножа обкладки конденсатора связи.

Библиография

- [1] Правила устройства электроустановок (М.: Энергоатомиздат, 1985);
- [2] Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей (М.: Энергоатомиздат, 1989).
- [3] Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ. СТП 09110.35.677-03.
- [4] Правила технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ. РД РБ 09110.35.601-07.
- [5] Типовая инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций. РД 34.35.302-90.
- [6] Инструкция по учету и оценке работы релейной защиты и автоматики электрической части энергосистем. РД 34.35.516-89.
- [7] Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетической отрасли. Минэнерго РБ, 2006.
- [8] Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок (М.: Энергоатомиздат, 1989).
- [9] Общая инструкция по эксплуатации устройств релейной защиты, электроавтоматики и вторичной коммутации. ЭР-1 (ТЭО Белорусэнерго, 1991).
- [10] Общая инструкция по обслуживанию оперативным персоналом устройств релейной защиты и электроавтоматики. ЭР-2 (ТЭО Белорусэнерго, 1991).
- [11] Сборник директивных материалов главтехуправления Минэнерго СССР. Электротехническая часть (М.: Энергоатомиздат, 1985).

СТП 09110.35.521-07

Нормативное производственно-практическое издание

**Инструкция по эксплуатации устройств релейной защиты,
электроавтоматики и вторичной коммутации**

Подписано в печать 25.04.08. Формат 60х84/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 1,9. Уч.-изд. л. 2,3. Тираж 800 экз.

РУП «БелТЭИ», ЛИ № 02330/0133343 от 29.06.2004

220048, г.Минск, ул. Романовская слобода, 5.

Тел./факс (+375 17) 220-26-39, e-mail: bam@beltei.by