

Приложение №1
к протоколу Правления
ОАО «Россети»

от 22.06.2015 № 356пр

**КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ
ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА**

Москва, 2015 г.

Оглавление

Оглавление	2
1. Общие сведения.....	4
1.1. Цели, задачи и основные положения	4
1.2. Аспекты взаимодействия с субъектами электроэнергетики по вопросам развития РЗА	5
1.3. Термины, определения и сокращения	5
1.4. Сведения о текущем состоянии РЗА	6
2. Направления развития РЗА	10
2.1. Особенности развития РЗА ЕНЭС и распределительных сетей	11
2.2. Требования к современным устройствам РЗА и порядку их применения. 11	
2.3. Основные требования к организации связи для целей РЗА.....	13
2.4. Взаимодействие устройств РЗА и АСУ ТП.....	14
3. Обеспечение эффективности и надежности функционирования РЗА	15
4. Критерии, определяющие необходимость реконструкции (модернизации) РЗА.....	18
5. Организация технического обслуживания	21
5.1. Жизненный цикл РЗА	21
5.2. Стратегия технического обслуживания устройств РЗА.....	21
5.3. Организация эксплуатации устройств РЗА	23
5.4. Переход на дистанционное управление устройствами РЗА	25
6. Обеспечение информационной безопасности РЗА	29
6.1. Общие положения	29
6.2. Возможные угрозы информационной безопасности	29
6.3. Основные требования к обеспечению информационной безопасности.....	31
6.4. Основные меры по обеспечению информационной безопасности.....	32
7. Прогноз перспективных направлений развития РЗА на двадцатилетний период.....	34
7.1. Совершенствование устройств РЗА	34
7.2. РЗА распределительных сетей с электростанциями малой и средней мощности.....	34
7.3. Применение технологий «умных сетей» (Smart Grid).....	35

7.4. Обеспечение внедрения управляемого силового оборудования активно-адаптивной сети.....	36
7.5. РЗА цифровых подстанций	36
8. Совершенствование нормативно-технической базы и направления научных исследований	38
8.1. Перечень документов для пересмотра и разработки	38
8.2. Направления научных исследований	40
Библиография	44
Приложение	48

1. Общие сведения

1.1. Цели, задачи и основные положения

Настоящая «Концепция развития релейной защиты и автоматики электросетевого комплекса» (далее Концепция) является внутренним документом ОАО «Россети» (далее - Общество).

Концепция детализирует требования Положения ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе [1] в области РЗА.

В отношении дочерних и зависимых обществ ОАО «Россети» (далее - ДЗО) настоящий документ содержит положения общего (методологического) характера с описанием процесса реализации единой технической политики в области РЗА при создании (модернизации, реконструкции) и эксплуатации энергообъектов ДЗО.

Принимаемые ОАО «Россети» и ДЗО технические решения и разрабатываемые нормативно-технические документы не должны противоречить настоящей Концепции.

Цель Концепции - формирование единого подхода к созданию (модернизации, реконструкции) и организации эксплуатации релейной защиты и автоматики (далее - РЗА) на объектах электросетевого хозяйства ДЗО.

Для достижения поставленной цели в Концепции решены следующие задачи:

- определены перспективные направления развития РЗА;
- установлены подходы к обеспечению надежности функционирования РЗА в условиях минимизации удельных капитальных и эксплуатационных затрат;
- определены направления организации эксплуатации РЗА;
- разработаны концептуальные требования к дистанционному управлению и обеспечению информационной безопасности устройств РЗА, интегрированных в информационно-технологический комплекс подстанции;
- определены основные направления проведения научных исследований и разработки (актуализации) нормативно-технической документации.

Основные факторы, определившие содержание Концепции:

- развитие РЗА должно коррелироваться с развитием смежных систем (первичное оборудование, связь, автоматизированные системы управления технологическими процессами);
- при модернизации комплексов РЗА необходимо ориентироваться на применение интеллектуальных микропроцессорных устройств;
- при автоматизации объектов электросетевого хозяйства рекомендуется использовать стандарт IEC 61850 [2], адаптируя его для применения в РФ;

- при развитии РЗА в первую очередь необходимо решать задачи повышения надежности и показателей технического совершенства – быстродействия, селективности, чувствительности;

- в условиях внедрения элементов активно-адаптивных сетей, оказывающих значительное влияние на режимы работы электроэнергетических систем (далее - ЭЭС) целесообразно приступить к апробации и внедрению адаптивных защит, обеспечивающих устойчивое функционирование ЭЭС.

Концепция подлежит пересмотру не реже 1 раза в 5 лет или по рекомендациям Научно-технического совета ОАО «Россети», в состав которого входят представители субъектов электроэнергетики, предприятий-изготовителей, проектных, научно-исследовательских организаций и вузов.

1.2. Аспекты взаимодействия с субъектами электроэнергетики по вопросам развития РЗА

Основными аспектами взаимодействия с субъектами электроэнергетики при реализации Концепции являются:

- координация инвестиционных программ в области РЗА субъектами электроэнергетики;

- планирование реконструкции (модернизации) и ввода в эксплуатацию устройств РЗА сетевой инфраструктуры, генерирующих мощностей и электроустановок потребителей;

- выявление «узких мест» в части РЗА, в т.ч. влияющих на ограничение пропускной способности электрических сетей;

- информационный обмен перспективными планами развития в области РЗА между субъектами электроэнергетики, публичность и открытость стратегий и решений.

На технологически связанных объектах электроэнергетики, принадлежащих разным субъектам электроэнергетики, должны быть согласованы вопросы создания (модернизации) комплексов и устройств РЗА. При этом сетевая организация, собственник или иной законный владелец строящегося (реконструируемого) объекта электроэнергетики (энергопринимающей установки) обязан инициировать такое согласование.

1.3. Термины, определения и сокращения

В Концепции используются термины и определения, приведенные в Положении ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе [1], Концепции обеспечения информационной безопасности ОАО «Россети» [3] и ГОСТ Р 55438-2013 [4].

В Концепции приняты следующие сокращения:

ААС	-	активно-адаптивная сеть
АПВ	-	автоматическое повторное включение;

АРМ	-	автоматизированное рабочее место;
АСТУ	-	автоматизированная система технологического управления;
АСУ ТП	-	автоматизированная система управления технологическим процессом;
АЧР	-	автоматическая частотная разгрузка;
ВОЛС	-	волоконно-оптическая линия связи;
ВЧКС	-	высокочастотные каналы связи;
ДЗО	-	дочерние и зависимые общества;
ЕНЭС	-	Единая национальная электрическая сеть
ЛЭП	-	линия электропередачи;
МП устройство	-	микروпроцессорное устройство*;
ПС	-	подстанция;
РЗ	-	релейная защита;
РЗА	-	релейная защита и автоматика;
СДТУ	-	система диспетчерского и технологического управления;
ССПИ	-	система сбора и передачи информации;
ФОВ	-	фиксация отключения выключателя;
ФОЛ	-	фиксация отключения линии;
ФОТ	-	фиксация отключения трансформатора;
ФСТЭК	-	федеральная служба по техническому и экспортному контролю Российской Федерации;
ЦУС	-	центр управления сетями;
ЦПС	-	цифровая ПС;
ЭЭС	-	электроэнергетическая система.

Примечание: В стандартах МЭК, научно-технических статьях и др. документах вместо термина МП устройство используется термин ИЭУ (интеллектуальное электронное устройство).

1.4.Сведения о текущем состоянии РЗА

На объектах ДЗО ОАО «Россети» по данным на 01.01.2015 в эксплуатации находится около 1,7 млн. устройств РЗА, из них:

- 77,45% - электромеханических устройств (ЭМ);
- 4,12% - микроэлектронных устройств (МЭ);
- 18,43% - микропроцессорных устройств (МП).

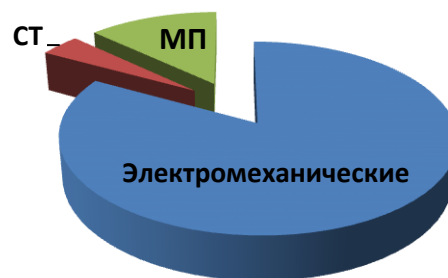


Таблица 1

Количество устройств РЗА, находящихся в эксплуатации в ДЗО

Тип УРЗА	ЭМ		МЭ		МП		Всего	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Итого	1346857	1344437	69213	71479	274062	319912	1690132	1735828
%	79,69%	77,45%	4,10%	4,12%	16,22%	18,43%		

Таблица 2

Количество устройств РЗА со сверхнормативным сроком службы

Тип УРЗА	ЭМ		МЭ		МП		Всего	
	(>25 лет)		(>12 лет)		(>15 лет)			
Критерий оценки	(>25 лет)		(>12 лет)		(>15 лет)			
Отчетный год	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Итого	927715,2	930357,2	45909	46104	10990	10421	984614	986882
%	68,88%	69,20%	66,33%	64,50%	4,01%	3,26%	58,26%	56,85%

Таблица 3

Статистика работы устройств РЗА

	Случаи работы "правильно"		Случаи работы "неправильно"								Правильное срабатывание, %.	
			всего		в том числе							
					"ложно"		"излишне"		"отказы"			
	2013г.	2014г.	2013г.	2014г.	2013г.	2014г.	2013г.	2014г.	2013г.	2014г.	2013г.	2014г.
Всего	366748	534545	1653	1399	947	427	387	474	319	498	99,5%	99,7%

Таблица 4

Классификация случаев работы РЗА в 2014 году
(согласно Инструкции по учету и оценке работы релейной защиты
и автоматики электрической части энергосистем, РД 34.35.516-89)

Работа устройств РЗА и причины неправильного срабатывания	Количество случаев	
	шт.	%
I. Случаи работы "правильно"	534545	99,8
II. Случаи работы "неправильно", из них:	1399	
1. Старение оборудования	479	34,2
2. По причинам, зависящим от службы РЗА, в том числе:	218	15,5
2.1. Неудовлетворительное состояние	129	-
2.2. Неудовлетворительность проекта	53	-
2.3. Непосредственная вина персонала	27	-
2.4. Неправильные указания	6	-
2.5. Дефект, оставленный после работ	3	-
3. По прочим причинам	198	14,2
4. По вине заводов-изготовителей (заводские дефекты)	134	9,5
5. По вине монтажной или наладочной организации	112	8,0
6. По вине прочего эксплуатационного персонала	97	6,9
7. По вине оперативного персонала	58	4,1
8. По невыясненной причине	38	2,7
9. По вине проектной организации	35	2,5
10. По причинам, зависящим от организации-разработчика аппаратуры	26	1,9
11. По вине ремонтного персонала	4	0,3
12. Допущенные неправильные срабатывания и несрабатывания*	102	-

Примечание: В статистическом отчете не учитываются допущенные неправильные срабатывания.

Процентное соотношение случаев правильной работы устройств РЗА от общего количества (99,8%) свидетельствует об обеспечении достаточной надежности работы РЗА.

Наблюдается тенденция к снижению количества устаревших устройств РЗА (58,26% в 2013 году, 56,85% в 2014 году). Тем не менее, процент случаев неправильного срабатывания по причине старения устройств составляет недопустимо большую долю (34%) от общего числа неправильных срабатываний.

Основной парк устройств РЗА составляют электромеханические устройства (77,5%), из них в эксплуатации находится 69,2% устройств со сроком службы, превышающим нормативный. Также в эксплуатации находится большое количество устройств РЗА на микроэлектронной базе со сроком службы, превышающим нормативный (64,5%).

Представленные данные указывают на необходимость модернизации парка устройств (в первую очередь микроэлектронных и электромеханических) с целью замены устройств, находящихся в эксплуатации, а также на необходимость определения актуальных направлений развития РЗА.

2. Направления развития РЗА

Стратегия развития [5] ставит перед ОАО «Россети» целевые ориентиры по повышению надежности и эффективности функционирования электросетевого комплекса Российской Федерации. При этом принимаемые тарифные решения накладывают существенные ограничения на объем инвестиций. Учитывая изложенное и сведения о текущем состоянии РЗА, определены направления развития РЗА:

- модернизация (реконструкция) устройств и комплексов РЗА, находящихся в эксплуатации со сроком службы, превышающим нормативный;
- установление единых подходов к организации эксплуатации и автоматизация процессов технического обслуживания устройств РЗА;
- организация контроля качества процессов проектирования, создания (модернизации, реконструкции) и эксплуатации устройств РЗА;
- совершенствование и автоматизация процесса анализа неправильной работы и возникающих неисправностей МП устройств РЗА;
- проведение исследований и разработка мероприятий по продлению ресурса устройств;
- развитие кадрового потенциала подразделений РЗА во взаимодействии с высшими учебными заведениями (участие в составлении учебных программ, выпуске учебников и учебных пособий, обновлении материально-технической базы электротехнических лабораторий, организации дополнительной целевой подготовки студентов и повышении квалификации инженерно-технических работников группы компаний ОАО «Россети», организация и проведение практик и стажировок студентов и аспирантов, участие работников группы компаний ОАО «Россети» в аттестационных комиссиях по защите выпускных квалификационных работ);
- разработка типовых технических решений и альбомов типовых схем вторичной коммутации, применение типовых шкафов;
- применение шкафов (панелей) высокой степени заводской готовности;
- координация с ОАО «СО ЕЭС» и техническим комитетом по стандартизации «Электроэнергетика» (ТК 016) в разработке и совершенствовании нормативно-технической документации;
- определение подходов к выбору состава функций устройств РЗА (в части их необходимости и достаточности), и к совершенствованию их алгоритмов, а также к обеспечению требуемой самодиагностики (аппаратной и программной части) и эргономичности устройств;
- разработка требований к дистанционному управлению устройствами РЗА и обеспечению информационной безопасности.

Выявлена необходимость проведения актуальных научно-исследовательских работ в рамках программ НИОКР (формируемых в соответствии с регламентом [6]), развития инновационного потенциала

отечественных производителей устройств РЗА и подготовки высококвалифицированных кадров.

2.1. Особенности развития РЗА ЕНЭС и распределительных сетей

При реконструкции и новом строительстве объектов ЕНЭС следует предъявлять особые требования к:

- составу функций и алгоритмам РЗА при интеграции в электрическую сеть распределенных электростанций малой и средней мощности;
- близкому и дальнему резервированию РЗА присоединений;
- системе оперативного тока для устройств РЗА и электропитанию приводов коммутационных аппаратов;
- организации технологической связи и автоматизированных систем технологического управления с РЗА.

Особенности организации РЗА изложены в Положении ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе [1] и нормах технологического проектирования. Действующие нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ необходимо дополнить нормами проектирования для энергообъектов 6-20кВ с учетом особенностей РЗА, изложенных в [1].

2.2. Требования к современным устройствам РЗА и порядку их применения

Для обеспечения энергетической безопасности страны техническая политика в области РЗА должна базироваться на применении МП устройств и комплектующих преимущественно российского производства, обеспечивающих требуемые эксплуатационные характеристики:

- устройство должно быть блочно-модульного исполнения для возможности модернизации и ремонта персоналом эксплуатирующей организации с получением технической поддержки от производителей;
- устройство должно иметь средства самодиагностики с возможностью выявления неисправного блока;
- в устройстве должен быть предусмотрен набор элементов свободно программируемой логики, используемой, в том числе, для реализации дополнительных логических функций;
- устройство должно иметь оптические и (или) электрические интерфейсы;
- применяемые устройства должны обладать способностью интеграции в АСУ ТП с использованием стандартных протоколов;
- должна быть предусмотрена возможность изменения уставок и конфигурации устройства с использованием удаленного доступа;
- интерфейс «человек-машина» устройства должен быть эргономичным, информативным и интуитивно понятным;

- устройство должно обеспечивать возможность оптимальной интеграции функций в одном терминале;
- совмещение функций РЗ и ПА (противоаварийной автоматики) в одном устройстве допустимо только при соответствующем обосновании;
- реализация в одном устройстве РЗА нескольких присоединений требует положительных результатов опытно-промышленной эксплуатации;
- должны быть разработаны мероприятия для обеспечения возможности правильной совместной работы полукомплектов продольных дифференциальных защит ЛЭП разных производителей;
- устройство должно быть укомплектовано руководством по эксплуатации, методическими указаниями по расчету уставок и выбору параметров настройки, а также методическими указаниями по техническому обслуживанию, паспортами на устройство и компоненты в составе шкафа, лицензионным программным обеспечением для проведения наладки и технического обслуживания, комплектом соединительных кабелей для связи с персональным компьютером и приборами. Требуемая документация также должна размещаться и актуализироваться на официальном сайте производителя с предоставлением к ней открытого доступа.

Срок службы разрабатываемых МП устройств РЗА, гарантированный изготовителем, должен составлять не менее 20 лет.

Гарантийный срок эксплуатации устройств РЗА должен составлять не менее 3 лет. На весь период срока службы МП устройства РЗА предприятие-изготовитель должно гарантировать (как минимум):

- ремонт или замену неисправного блока, либо замену устройства (при прекращении производства отдельных блоков);
- устранение заводских технических или программных ошибок в устройствах РЗА, выявленных в процессе эксплуатации;
- возможность обновления (актуализации) программного обеспечения устройства;
- дистанционную техническую поддержку в формате «горячая линия» (на русском языке) по вопросам эксплуатации устройства;
- при разработке устройств РЗА предприятием-изготовителем должен быть предусмотрен в составе эксплуатационной документации комплекс технических мероприятий по продлению срока службы сверх нормативного.

Совершенствование устройств РЗА должно предусматривать создание терминалов, не требующих периодического обслуживания за счет повышения качества самодиагностики и организации дистанционного мониторинга состояния и качества работы РЗА.

Внедрение инновационных устройств РЗА должно осуществляться в порядке, установленном Положением о порядке и правилах внедрения инновационных решений в ОАО «Россети» [7], и Порядком проведения

аттестации оборудования, материалов и систем в электросетевом комплексе на электросетевых объектах ДЗО ОАО «Россети» [8].

Для проверки устройств и комплексов РЗА, работающих по протоколам стандарта IEC 61850 [2], необходимо разработать методические указания по техническому обслуживанию и проверке взаимодействия между устройствами РЗА.

2.3. Основные требования к организации связи для целей РЗА

При новом строительстве, техническом перевооружении, модернизации или реконструкции объектов электроэнергетики проектными решениями должно предусматриваться применение наземных каналов связи для передачи информации, обеспечивающей функционирование комплексов и устройств РЗА, АСТУ.

Основными видами связи, применяемыми для целей РЗА, должны являться:

- высокочастотная связь по фазным проводам ЛЭП (организация высокочастотных каналов связи по грозотросам для передачи сигналов и команд РЗА не допускается);
- оптоволоконная связь по выделенным волокнам или с применением мультиплексоров.

Организация связи с применением волоконно-оптических кабелей для релейной защиты ЛЭП 220 кВ и выше на каждой ПС должна предусматривать дублирование каналов и оборудования связи. При этом основной и дублирующий каналы связи должны быть организованы в разных ВОЛС.

При организации высокочастотных каналов связи по фазным проводам воздушных линий с совмещением передачи сигналов (ВЧ защиты) и команд РЗА должна быть организована приоритетная передача сигналов РЗА. При совмещении передачи команд РЗА, технологической телефонной связи и телеметрической информации должна быть организована приоритетная передача команд РЗА.

Должен обеспечиваться автоматический контроль исправности каналов связи для РЗА. При неисправности канала связи должна обеспечиваться автоматическая блокировка соответствующих функций в устройствах РЗА, если эта неисправность может привести к неправильным действиям устройств РЗА, с формированием сигнала неисправности канала.

При восстановлении канала связи (устранении неисправности) должна быть предусмотрена возможность автоматического ввода в работу устройства РЗА с квитированием сигнализации о неисправности и фиксацией в журнале событий.

Электрические или оптические интерфейсы цифровых устройств связи и РЗА должны быть взаимосогласованы. Должны применяться, в основном,

интерфейсы, соответствующие стандартам Ethernet IEEE группы 802.3 (электрические) или IEEE Std C37.94-2002 (оптические) [9].

Для МП устройств РЗА, имеющих линейные оптические интерфейсы, должна предусматриваться возможность организации их работы по выделенным оптическим волокнам волоконно-оптического кабеля при условии соответствия его протяженности техническим возможностям интерфейсов. При превышении допустимой протяженности оптической линии, организация каналов связи, обеспечивающих функционирование МП устройств РЗА по ВОЛС, должна осуществляться через мультиплексоры.

2.4. Взаимодействие устройств РЗА и АСУ ТП

Целью взаимодействия устройств РЗА и АСУ ТП (при наличии АСУ ТП на объекте) является обеспечение выполнения следующих задач:

- дистанционное управление и мониторинг устройств РЗА;
- автоматизация процесса оперативного управления и мониторинга устройств РЗА;
- сбор и передача на верхний уровень управления оперативной технологической информации (текущие изменения электрических величин, положения коммутационных аппаратов, результатов автоматического определения места повреждения ЛЭП и т.д.);
- сбор и передача на верхний уровень управления неоперативной технологической информации (осциллограмм, информации из журналов событий устройств РЗА, и т.д.);

Основными протоколами обмена информацией устройств РЗА с первичным оборудованием и АСУ ТП должны, как правило, являться протоколы стандарта IEC 61850 [2].

3. Обеспечение эффективности и надежности функционирования РЗА

Эффективность РЗА – способность РЗА снижать отрицательный эффект от повреждений и ненормальных режимов в ЭЭС.

Основной составляющей, определяющей эффективность РЗА, является технический уровень устройств и систем РЗА, включающий в себя показатели технического совершенства (быстродействие, селективность, чувствительность) и надежности функционирования, уровня технологии аппаратного и программного обеспечения, функциональности и возможности интеграции в АСУ ТП.

Показатели, определяющие эффективность РЗА

Технический уровень	Техническое совершенство	Быстродействие
		Селективность
		Чувствительность
	Надежность	Срабатывания
		Несрабатывания
	Уровень технологии	Аппаратного обеспечения
		Программного обеспечения
Функциональность		
Возможность интеграции в АСУ ТП		
Условия функционирования	Условия окружающей среды (климатические условия, вибрация, электромагнитная обстановка и др.)	
	Обеспечение безопасности	
	Система организации эксплуатации	
	Наличие нормативно-технической документации, в т.ч. методических указаний по расчету токов короткого замыкания и выбору параметров срабатывания	
	Информационное обеспечение в части режимов работы ЭЭС	
	«Человеческий» фактор, проявляющийся в ошибках на этапах жизненного цикла устройства: разработка, проектирование, производство, пуско-наладка и эксплуатация	

Направления технического совершенствования, повышения уровня технологии, функциональности устройств РЗА и возможности интеграции с АСУ ТП рассмотрены в разделе 2.

Одним из основных требований, предъявляемых к устройствам РЗА, является надежность.

Надежность - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования [10].

Надежность защиты - способность выполнения защитой требуемой функции в заданных условиях в течение заданного интервала времени [11].

Требуемой функцией для релейной защиты является: срабатывать, когда предусмотрено срабатывание (надежность срабатывания), и не срабатывать, когда срабатывание не предусмотрено (надежность несрабатывания) [12]. Как правило, способы улучшения показателей надежности одного вида отрицательно влияют на показатели второго вида.

Структурное резервирование устройств РЗА (применение двух или трех аналогичных комплектов защиты) не всегда дает ожидаемый положительный эффект, поскольку имеются причины, приводящие к одновременному ложному срабатыванию аналогичных устройств. К таким причинам относятся, например, различного рода помехи, ошибки в программном обеспечении, нарушение идеологии построения РЗА и т.д. Эффект снижения надежности может наблюдаться также в режимах внешних и внутренних повреждений, когда два быстродействующих комплекта защиты могут отказать в функционировании одновременно из-за больших погрешностей измерительных трансформаторов тока в переходных режимах.

Отдельного исследования требуют вопросы «назначенного срока службы» и определения срока межпроверочного интервала технического обслуживания МП устройств РЗА, а также технология их эксплуатации на этапе старения, что является чрезвычайно актуальным для устройств, срок службы которых превысил нормативный («назначенный») [12].

В целях обеспечения выполнения установленных в [1] показателей надежности устройств РЗА необходима реализация следующих мероприятий:

– в части обеспечения надежности аппаратного и программного обеспечения:

- обоснование показателей надежности устройств и программных продуктов расчетом или статистическими данными эксплуатации и (или) данными испытаний;
- внесение показателей надежности в технические требования, технические задания, технические условия, в проектную, производственную и эксплуатационную документацию;
- обеспечение высококачественного тестирования устройств на соответствие заявленным параметрам и характеристикам (на всех стадиях от разработки до практического применения);
- обеспечение условий для правильного функционирования комплексов РЗА в возможных режимах работы ЭЭС во взаимодействии с системной средой (первичное оборудование, различные уровни иерархической системы);
- проведение аттестации устройств РЗА в соответствии с утвержденным порядком [8].

- в части обеспечения надежности в процессе эксплуатации РЗА:
 - обеспечение условий эксплуатации в соответствии с требованиями эксплуатационной документации изготовителя (в том числе электромагнитной совместимости, допустимых климатических и механических воздействий);
 - строгое соблюдение правил и инструкций оперативного и технического обслуживания;
 - применение технического обслуживания в зависимости от состояния (мониторинг) МП устройств РЗА («отслеживание» степени эксплуатационной готовности МП устройств РЗА, сбор информации по надежности модулей устройств, автоматизированный анализ работы устройств);
- в части минимизации количества ошибок персонала:
 - проведение научных исследований по разработке мероприятий, обеспечивающих снижение количества случаев неправильной работы устройств РЗА, вызванных ошибками персонала (на этапах изготовления, проектирования, наладки и эксплуатации);
 - укомплектованность подразделений РЗА достаточным количеством квалифицированного персонала.

Достижению требуемых показателей надежности должны способствовать:

- применение надежных систем оперативного тока;
- контроль качества закупаемого оборудования, выполнения строительно-монтажных и пуско-наладочных работ;
- отслеживание уровней эксплуатационной надежности техники различных изготовителей устройств РЗА в рамках автоматизированной системы мониторинга устройств РЗА;
- обеспечение подразделений РЗА эксплуатационным резервом;
- публикация информационных писем и циркуляров с проведенным анализом технологических нарушений и соответствующими рекомендациями по усовершенствованию устройств РЗА, проектных решений, методик выбора уставок, эксплуатационных мероприятий;
- оснащение подразделений РЗА современными средствами для диагностики и обслуживания устройств РЗА;
- разработка общедоступной базы НТД в части РЗА и ее регулярная актуализация.

В ряде стран проводится статистическая оценка недоотпуска электроэнергии и ущербов, возникающих при неправильных действиях релейной защиты в ЭЭС. Целесообразно внедрение такого опыта в отечественной практике. Эти показатели позволяют оценить эффективность инвестиций в мероприятия, направленные на повышение надежности РЗА.

4. Критерии, определяющие необходимость реконструкции (модернизации) РЗА

При новом строительстве, модернизации (реконструкции) электросетевых объектов ДЗО ОАО «Россети» необходимо применять устройства РЗА, выполненные, как правило, на микропроцессорной элементной базе. При проведении частичной реконструкции или технического перевооружения объекта, а также при замене вышедших из строя (или выработавших установленный срок службы) электромеханических устройств, в исключительных случаях, когда применение МП устройств РЗА не оправдано экономически, допускается применение устройств, выполненных на другой элементной базе.

Для реконструкции (модернизации) РЗА необходимо в соответствии с типовыми сценарными условиями формирования инвестиционных программ ДЗО ОАО «Россети» [13] разработать целевые программы реконструкции (модернизации) РЗА и руководствоваться ими.

Реконструкция (модернизация) РЗА должна осуществляться, в первую очередь, для замены устройств, выработавших свой ресурс.

Приоритетом выбора объектов реконструкции (модернизации) должна являться минимизация социальных, технологических и экономических рисков.

Перечень критериев для реконструкции (модернизации) РЗА определен «Рекомендациями по модернизации, реконструкции и замене длительно эксплуатируемых устройств релейной защиты и электроавтоматики энергосистем» [14]. Наиболее значимые из них:

- техническое перевооружение энергообъекта или его части;
- несоответствие технических характеристик или функциональных возможностей устройств (комплексов) РЗА требованиям к быстродействию, селективности, чувствительности, резервированию при изменениях в существующей или перспективной схемах и режимах работы ЭЭС;
- невозможность восстановления требуемых параметров и характеристик устройств и комплексов РЗА при проведении технического обслуживания;
- рост относительного числа отказов функционирования (процента неправильной работы устройств);
- эксплуатация устройств РЗА со сроком службы, превышающим нормативный (при наличии дополнительных технических обоснований);
- прекращение выпуска устройства и отсутствие запасных частей к нему.

«Рекомендации по модернизации, реконструкции и замене длительно эксплуатируемых устройств релейной защиты и электроавтоматики энергосистем» [14] необходимо пересмотреть с учетом применения МП устройств РЗА. При этом должен быть уточнен предлагаемый в настоящей

Концепции срок службы (не менее 20 лет) и разработаны критерии, определяющие необходимость замены МП устройств РЗА.

С целью повышения эксплуатационной готовности РЗА на подстанциях с электромеханическими и микроэлектронными РЗА и снижения количества технологических нарушений необходимо обеспечить:

- для устройств РЗА на электромеханической элементной базе со сроком службы менее 25 лет и на микроэлектронной базе со сроком службы менее 20 лет соблюдение периодичности и объема обслуживания в соответствии с Правилами технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации подстанций 110-750 кВ (СТО 56947007-33,040.20.141-2012). При превышении указанного срока службы корректировка по срокам проведения технического обслуживания в зависимости от состояния оборудования и по результатам очередной проверки возможна только в сторону уменьшения периодичности;
- проведение периодических осмотров устройств РЗА и тщательного анализа поведения устройств РЗА;
- формирование на каждом предприятии ДЗО ОАО «Россети» необходимого перечня запасных частей и комплектующих, разработанного на основании Норм расхода запасных реле и запасных частей для устройств релейной защиты и автоматики в электрических сетях напряжением 35 кВ и выше (РД 34.10.395-90).

При замене выработавших ресурс устройств РЗА необходимо учитывать следующее:

Для устройств РЗА на электромеханической элементной базе:

– замена только по выявленному факту неисправности отдельных реле и устройств РЗА при техническом обслуживании конкретного устройства или панели, выполняется персоналом ДЗО ОАО «Россети». Замена исправных устройств РЗА исключительно на основании критерия о выработке ресурса по сроку службы (не менее 25 лет) должна производиться только при наличии дополнительного обоснования;

– замена электромеханических реле на микроэлектронные реле возможна только при отсутствии возможности закупки аналогичных электромеханических реле;

– замена электромеханической панели целиком может быть выполнена только на микропроцессорную панель (шкаф, терминал) с соблюдением условий по ЭМС;

– исключить установку на ПС 110 кВ и выше новых электромеханических панелей, модернизированных частичной заменой изготовителем комплектов, узлов, реле на микропроцессорные (микроэлектронные).

Для устройств РЗА на микроэлектронной элементной базе:

- ремонт, замена части плат и комплектов РЗА на панели могут быть целесообразны только при сроке эксплуатации панели менее 10 лет;
- при сроке эксплуатации панели более 10 лет и нецелесообразности (невозможности) ее ремонта панель должна быть целиком заменена на микропроцессорную. Запрещается установка на ПС 110 кВ и выше при новом строительстве, комплексной реконструкции, выполнении технологического присоединения панелей (комплектов, релейных отсеков ячеек, отдельных измерительных реле) на микроэлектронной элементной базе.

Для ВЧ аппаратуры:

- при невозможности ремонта (с соответствующим техническим и экономическим обоснованием) обеспечить замену только на современную МП аппаратуру.

5. Организация технического обслуживания

Массовое внедрение МП комплексов и устройств РЗА позволяет перейти к более эффективному оперативному и техническому обслуживанию и снизить эксплуатационные затраты.

5.1. Жизненный цикл РЗА

Жизненный цикл можно разделить на следующие основные этапы:

- определение необходимых функциональных требований, проектирование;
- монтажные и пуско-наладочные работы, приемо-сдаточные испытания;
- эксплуатация и техническое обслуживание в период назначенного срока службы (ресурса);
- старение и техническое обслуживание по истечении периода назначенного срока службы, техническое освидетельствование и заключение о возможности дальнейшей эксплуатации.

Назначенный срок службы МП РЗА должен составлять не менее 20 лет. Перед окончанием ресурса можно ожидать увеличения количества случаев неправильной работы (по причине деградации устройства), морального износа и недостаточной технической поддержки сервисом производителя.

Для обеспечения надежного функционирования устройств РЗА необходимо повысить качество и контроль выполнения работ на всех этапах жизненного цикла, включая совершенствование нормативно-технической документации, регламентирующей производственные процессы и технологию работ.

5.2. Стратегия технического обслуживания устройств РЗА

Эффективность РЗА, объем и периодичность обслуживания зависят от элементной базы и качества изготовления применяемых устройств РЗА, условий, срока эксплуатации и качества технического обслуживания.

В настоящее время в эксплуатации одновременно находятся несколько поколений устройств РЗА.

Отработавшие нормативный срок службы устройства РЗА требуют больших затрат на техническое обслуживание в сравнении с устанавливаемыми МП устройствами.

Для микропроцессорных устройств РЗА можно выделить ряд свойств, влияющих на стратегию их использования и технического обслуживания:

- возможность самодиагностики – МП устройства способны диагностировать собственные внутренние модули и элементы, некоторые

вторичные цепи (при выборе устройств, эксплуатации и техническом обслуживании следует учитывать объем самодиагностики);

– возможность измерения и фиксации значений аналоговых величин, внешних и внутренних сигналов;

– способность рассчитывать значения мощностей, передаваемых по ЛЭП, нагрузку трансформаторов и др.; эти данные могут использоваться в информационно-технологических системах;

– обмен данными через телекоммуникационные порты дают возможность удаленного доступа к массиву фиксируемых и расчетных данных, позволяют накапливать эти данные и проводить дополнительные измерения и вычисления;

– пригодность для формирования нижнего уровня системы управления энергообъектом.

В правилах и регламентах технического обслуживания должна предусматриваться проверка всех вышеуказанных свойств МП устройств РЗА.

Наряду с существующими правилами технического обслуживания устройств РЗА, следует рассмотреть в плане НИОКР новый вид ТО: **техническое обслуживание в зависимости от фактического состояния (или «ТО по состоянию»)**, где предполагается сбор и мониторинг информации от МП устройств РЗА посредством АСУ ТП, при этом устройства РЗА формируют информацию о своем состоянии непрерывно: в периоды нормальной работы и при технологических нарушениях. Такая информация должна быть проанализирована на предмет качества работы устройств РЗА, что позволит незамедлительно определить потребность в обслуживании устройства.

В рамках проведения только регламентных работ (по плановому техническому обслуживанию), в интервале между проверками, могут возникнуть и сохраняться в течение длительного времени скрытые (не индицируемые) неисправности, способные привести к неправильной работе. «ТО по состоянию» должно обеспечить более высокую эффективность устройств РЗА, готовность к выполнению заданных функций по сравнению с традиционным (периодическим) ТО.

Организация технического обслуживания включает в себя:

- определение стратегии и планирование технического обслуживания;
- совмещение технического обслуживания устройств РЗА с ремонтом основного оборудования;
- оптимизация видов и методик проведения технического обслуживания;
- определение средств технического обслуживания;
- организация технического обслуживания с учетом факторов риска;

- контроль сроков технического обслуживания, мониторинг показателей;
- обработка данных, связанных с техническим обслуживанием.

Предприятия могут применять различные стратегии технического обслуживания устройств РЗА:

- проведение технического обслуживания силами собственного персонала, при этом персонал может быть закреплен:
 - ✓ по территориальному принципу
(закрепление работников служб РЗА за устройствами РЗА на конкретных ПС);
 - ✓ по принципу типизации обслуживаемых устройств РЗА
(закрепление работников служб РЗА за устройствами РЗА конкретных типов и видов);
- проведение технического обслуживания подрядной организацией;
 - ✓ по территориальному принципу;
 - ✓ по принципу типизации обслуживаемых устройств РЗА
- совмещение этих двух подходов.

Решение о способе (стратегии) технического обслуживания РЗА принимается сетевой организацией исходя из технико-экономического обоснования, с учетом возможностей собственного кадрового потенциала.

5.3. Организация эксплуатации устройств РЗА

Эксплуатация устройств РЗА должна быть организована таким образом, чтобы минимизировать риски и последствия неправильного функционирования и отказов устройств РЗА, вовремя определять и проводить соответствующее техническое обслуживание.

Особое внимание следует уделять организации и качеству планового обслуживания, послеаварийных проверок, мониторингу текущего состояния и функционирования устройств РЗА, своевременной замене устаревших или неисправных элементов устройств.

Сведения о текущем состоянии устройств РЗА подлежат обязательной регистрации в соответствующих документах (подстанционные журналы дефектов, РЗА, осмотров оборудования, протоколы проверок, акты расследования, статистические отчеты с анализом работы устройств РЗА и т.д.).

На основании анализа этих сведений, должны быть разработаны и реализованы мероприятия, повышающие надежность и эффективность работы РЗА.

Для уменьшения издержек, связанных с техническим обслуживанием устройств РЗА и повышением эффективности эксплуатации следует предусмотреть автоматизацию сбора и анализа необходимых данных, разработать и стандартизировать технические требования к автоматизированным системам контроля состояния и управления устройствами РЗА, уделив при этом особое внимание вопросам унификации и эргономичности пользовательских интерфейсов.

Применяемое в подразделении РЗА программное обеспечение устройств, систем и программных комплексов должно быть совместимым с программным обеспечением, используемым в других подразделениях РЗА.

Для оценки эксплуатационной готовности РЗА должны быть разработаны критерии (индексы) состояния устройств, которые необходимо применять для формирования графиков профилактического обслуживания, обмена данными между электроэнергетическими предприятиями и производителями о планируемых сроках ремонта.

При разработке автоматизированных систем необходимо обеспечить решение следующих задач:

- создание базы данных устройств РЗА (или обмен информацией с корпоративной базой данных системы управления производственными активами) и обеспечение доступа работников подразделений РЗА к необходимым документам и материалам;
- формирование графиков технического обслуживания устройств РЗА и контроль их исполнения;
- дистанционный контроль (мониторинг) состояния и управления параметрами устройств;
- учет и оценка работы РЗА, расследование причин неправильной работы РЗА и определение корректирующих мероприятий для их предотвращения;
- расчет токов короткого замыкания и выбор параметров срабатывания;
- формирование и ведение журнала дефектов, журнала РЗА, журнала осмотров оборудования, паспортов - протоколов, периодических статистических отчетов с анализом работы устройств РЗА;
- хранение исполнительной документации, актов расследования.

Автоматизированный выбор параметров срабатывания МП устройств РЗА необходимо осуществлять на основании методических указаний, которые должны быть разработаны изготовителями МП устройств РЗА и приняты ОАО «Россети» и ОАО «СО ЕЭС» в качестве стандартов организаций. При этом актуальной задачей для ОАО «Россети» является стандартизация требований к оформлению и содержанию таких методических указаний по выбору параметров срабатывания МП устройств РЗА.

Применение МП устройств РЗА без утвержденных методических указаний по выбору параметров срабатывания недопустимо.

При разработке программных продуктов для выбора параметров срабатывания РЗА необходимо обеспечить реализацию:

- проверки селективности устройств и автоматизированное построение карт селективности по результатам расчетов;
- моделирования поведения устройств и комплексов РЗА в аварийных и послеаварийных режимах;
- возможности сохранения результатов моделирования в стандартизованном формате;
- отображения элементов модели сети с атрибутивными параметрами в табличном и графическом виде;
- расчета нагрузки и анализа погрешности трансформаторов тока и напряжения в заданных режимах.

Результаты расчета должны формироваться в виде бланков заданий или в других формах, пригодных для параметрирования устройств РЗА. Программные комплексы по расчету уставок должны обеспечивать возможность импорта/экспорта данных и результатов расчета с базами данных, программными средствами, шаблонами бланков и файлами параметрирования устройств.

В целях обеспечения единого подхода к организации эксплуатации РЗА, необходимо пересмотреть и согласовать применение электроэнергетическими компаниями, не входящими в структуру ОАО «Россети» единых правил технического обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации электросетевого комплекса, а также инструкции по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики.

Вновь принятые, измененные (актуализированные) правила и инструкции должны быть учтены в регламентах формирования сводных годовых и месячных графиков ремонтов ЛЭП и оборудования ОАО «СО ЕЭС» (РДУ).

5.4.Переход на дистанционное управление устройствами РЗА

Мировая тенденция развития РЗА предполагает переход от традиционных методов управления режимами работы устройств РЗА, когда изменение эксплуатационного состояния устройств РЗА производится на месте их установки посредством коммутационных аппаратов, к дистанционному управлению, предполагающему удаленный доступ к устройствам РЗА. Предпосылками организации дистанционного управления устройствами РЗА являются новые возможности МП устройств РЗА, использующих цифровые технологии, а также достижения в области организации АСУ ТП, ССПИ и каналов связи. Условием перехода от традиционных методов управления

к дистанционному управлению должна быть экономическая целесообразность и обеспечение надежной работы в условиях возможных внешних деструктивных воздействий на систему управления.

Дистанционное изменение параметров и режимов работы устройств РЗА должно реализовываться персоналом в соответствии с предоставленными правами доступа. Права доступа и порядок дистанционного управления режимами работы устройств РЗА из ЦУС и (или) диспетчерских центров должны быть определены документом, разработанным ОАО «Россети» совместно с ОАО «СО ЕЭС».

В случае отказа системы дистанционного управления оперативный персонал ПС (оперативно-выездной бригады) должен иметь возможность изменить режим работы устройства и коммутационных аппаратов с применением местного управления.

При применении дистанционного управления МП устройствами РЗА и технического обслуживания в зависимости от состояния (мониторинга) присутствие специалистов РЗА на энергообъекте должно быть минимизировано и обеспечиваться только в случаях:

- проведения пуско-наладочных испытаний и приемки оборудования;
- выполнения плановой проверки устройств РЗА (при необходимости);
- проведения плановых осмотров устройств РЗА;
- выполнения внеплановых и послеаварийных проверок устройств РЗА;
- устранения дефектов.

5.4.1. Цели и задачи организации дистанционного управления РЗА

Цель организации дистанционного управления устройствами РЗА:

- обеспечить возможность выполнения оперативных переключений и управления устройствами РЗА посредством АРМ оперативного персонала энергообъектов, а в перспективе - из удаленных ЦУС и диспетчерских центров;
- повышение производительности и эффективности технического обслуживания устройств РЗА.

Дистанционное управление устройствами РЗА должно снизить время выполнения оперативных переключений в нормальном режиме работы и, что особенно важно, при ликвидации аварий, а также увеличить количество ПС, эксплуатируемых без постоянного дежурного персонала.

Для обеспечения возможности дистанционного управления устройствами РЗА необходимо решить следующие организационные и технические задачи:

- обеспечить достаточный уровень информационной безопасности;

- разработать критерии определения ПС (требования к необходимости и возможности), переводимых на дистанционное управление устройствами РЗА;
- по каждому устройству РЗА определить перечень «виртуальных накладок» и «виртуальных ключей», операции с которыми выполняются дистанционно, перечень сигналов (в том числе аварийно-предупредительных) отображаемых в АРМ;
- разработать технические решения по организации дистанционного управления устройствами РЗА, включая оценку рисков и перечень мероприятий по снижению этих рисков;
- разработать универсальную автоматизированную систему для управления устройствами РЗА различных производителей;
- определить порядок взаимодействия оперативного и диспетчерского персонала при осуществлении дистанционного управления первичным оборудованием и устройствами РЗА ПС;
- внести необходимые изменения в нормативно-техническую документацию, определяющую правила переключений в электроустановках, требования к АРМ оперативного персонала и объему информационного обмена технологической информацией.

5.4.2. Операции с устройствами РЗА, выполняемые дистанционно

- изменение уставок и выбор параметров настройки устройств РЗА, в т.ч. переключение групп уставок РЗА для адаптации к изменению схемы сети;
- коммутирование цепей тока;
- коммутирование цепей напряжения;
- дистанционный мониторинг состояния и качества работы устройств РЗА, в том числе получение данных осциллограмм и информации о срабатывании или неисправности устройства РЗА;
- изменение режима работы АПВ;
- получение данных о месте повреждения;
- оперативный ввод/вывод функций (оперативного ускорения, телеотключения и телеускорения, чувствительного органа ДЗШ) или всего устройства РЗА и других оперативных «виртуальных» накладок;
- изменение логической схемы оперативно выведенных из работы устройств РЗА (ввод/вывод ступеней защит);
- дистанционное опробование (при проведении технического обслуживания) выведенного из работы устройства;
- изменение режима ФОЛ, ФОТ, ФОВ присоединений.

Операции, дистанционно выполняемые с устройствами РЗА, не предусматривают ввод/вывод устройств РЗА для проведения технического обслуживания. Такие операции подлежат выполнению непосредственно на объекте при подготовке рабочего места.

5.4.3. Порядок вывода устройства РЗА для технического обслуживания

Оперативный вывод из работы устройства РЗА (отключение выходных цепей) с целью его технического обслуживания производится дистанционно, с использованием АРМ оперативного персонала. После оперативного дистанционного вывода из работы устройства РЗА персонал, производящий техническое обслуживание устройства РЗА, должен вывести это устройство для технического обслуживания путем отсоединения внешних цепей от устройства. Ввод в работу устройства РЗА производится в обратном порядке.

5.4.4. Задачи, решаемые персоналом РЗА при дистанционном управлении устройствами РЗА

Персоналом РЗА посредством удаленного доступа к устройствам РЗА должны решаться следующие задачи:

- мониторинг состояния устройств РЗА;
- получение осциллограмм аварийных процессов и массивов событий (из журнала событий) устройств РЗА, текущих измерений;
- параметрирование (изменение уставок);
- тестовый контроль, дистанционное опробование.

Должны быть предусмотрены ресурсы для хранения ретроспективы событий и истории управления устройствами РЗА.

5.4.5. Риски, возникающие при переходе на дистанционное управление устройствами РЗА:

- потеря управляемости из-за нарушения канала связи для передачи сигналов;
- потеря управляемости или из-за несанкционированного доступа;
- развитие аварии при повторном включении выключателя без осмотра на месте;
- возможность задержки допуска экстренных служб при возникновении чрезвычайной ситуации.

Для исключения возможности несанкционированного доступа к управлению устройствами РЗА необходимо обеспечить информационную безопасность работы комплексов РЗА на энергообъектах.

6. Обеспечение информационной безопасности РЗА

6.1. Общие положения

РЗА является ключевым (критически важным) сегментом информационно-технологических систем электросетевого комплекса. В настоящее время большинство находящихся в эксплуатации устройств РЗА составляют устройства, выполненные на электромеханической или микроэлектронной элементной базе, изолированные от общедоступных цифровых сетей связи. Такие устройства не требуют дополнительной информационной защиты.

В связи с массовым внедрением МП устройств РЗА, созданием каналов связи и увеличением объема передаваемой и принимаемой технологической информации необходимо обеспечить безопасность работы информационно-технологических систем на энергообъектах, так как они слабо защищены от возможности незаконного вмешательства в работу. В настоящее время информационная защита таких систем обеспечивается разграничением прав доступа и стандартной антивирусной защитой.

Обеспечение информационной безопасности устройств, комплексов и ИТ-ресурсов предусмотрено приказом ФСТЭК России [15], Концепцией обеспечения информационной безопасности ОАО «Россети» [3] и направлено на достижение следующих основных целей:

- предотвращение несанкционированного подключения к устройствам РЗА и получения доступа к управлению и информации;
- обеспечение приемлемого уровня рисков ущерба при нарушении информационной безопасности.

В ОАО «Россети» должен быть разработан стандарт организации, определяющий технические требования по обеспечению информационной безопасности информационно-технологических систем ПС. При разработке документа необходимо выполнить аналитический обзор материалов, содержащихся в техническом отчете СИГРЭ «Влияние реализации требований кибербезопасности при использовании IEC 61850».

6.2. Возможные угрозы информационной безопасности

Угрозы информационной безопасности в каждом случае должны быть четко определены по результатам оценки возможностей (потенциала, оснащенности и мотивации) нарушителей, анализа возможных уязвимостей в устройствах и комплексах РЗА, возможных способов реализации угроз безопасности информации, а также последствий от нарушения свойств безопасности информации (целостности, доступности, конфиденциальности) и безопасного функционирования РЗА.

При определении угроз безопасности учитываются характеристики РЗА, включающие физические, логические, функциональные и технологические

взаимосвязи между устройствами, взаимодействие с АСУ ТП, АСТУ и информационно-телекоммуникационными сетями.

В отношении устройств и комплексов РЗА потенциально и технически могут быть реализованы следующие угрозы:

- целенаправленное искажение команд управления и другой информации;
- навязывание ложных (специально сформированных нарушителем) команд управления;
- несанкционированный доступ к устройствам;
- навязывание ложной (специально сформированной нарушителем) информации;
- перенаправление (изменение маршрутов) потоков данных с целью деструктивного воздействия;
- вызов сбоев работы технических средств или внесение неисправностей в технические средства;
- умышленное или непреднамеренное уничтожение или модификация данных, системного и прикладного программного обеспечения системы и устройств РЗА;
- хищение (копирование, кража), разглашение информации, которая может быть использована для нарушения функционирования устройств РЗА;
- заражение программного обеспечения АРМ оперативного персонала и АРМ РЗА компьютерными вирусами;
- сбои в работе аппаратного и программного обеспечения устройств РЗА;
- несанкционированное изменение конфигурации технических средств;
- разрушение носителей информации, элементов коммуникации;
- сканирование сети технологической связи;
- несанкционированный доступ к штатным средствам и устройствам РЗА;
- организация отказа в обслуживании канала связи;
- отказ в обслуживании технических средств РЗА;
- модификация ведущихся в электронном виде регистрационных протоколов (журналов регистрации), технических и программных средств, блокирование или уничтожение информации, технических, программных и программно-технических компонентов устройств РЗА;
- использование уязвимостей и недокументированных (не декларированных) возможностей технических, программных и программно-технических средств устройств РЗА, способных повлиять на их функционирование;
- использование уязвимостей и недокументированных (не декларированных) возможностей коммутирующего/ маршрутизирующего

оборудования, их интерфейсов, протоколов взаимодействия, маршрутизации и управления устройств РЗА;

– использование внедренных (в процессе разработки, изготовления, гарантийного, сервисного обслуживания, выполнения ремонтно-профилактических работ) в программно-технические средства системы иностранного производства закладочных устройств.

К источникам угроз безопасности устройствам РЗА следует относить:

– иностранные разведывательные службы государств, осуществляющих по отношению к нашей стране недружественную политику и имеющих целью нарушения функционирования энергетического комплекса в особый период или в ходе подготовки и ведения войны;

– террористические организации, криминальные структуры, отдельные лица (хакеры, внутренние и другие нарушители) или группы лиц, реализующие свои корыстные или иные интересы путем деструктивных информационных воздействий на системы оперативно-технологического управления;

– представителей конкурирующих фирм и организаций, иностранных экономических структур, деятельность которых направлена против интересов ОАО «Россети».

6.3. Основные требования к обеспечению информационной безопасности

Общий подход к определению требований по обеспечению информационной безопасности в системах технологического управления определен «Основными направлениями государственной политики в области обеспечения безопасности автоматизированных систем управления производственными и технологическими процессами критично важных объектов инфраструктуры Российской Федерации» [16], «Системой признаков критически важных объектов и критериев отнесения, функционирующих в их составе информационно-телекоммуникационных систем к числу защищаемых от деструктивных информационных воздействий» [17], Концепцией обеспечения информационной безопасности ОАО «Россети» [3], ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002-2012 [18], ГОСТ Р 51725.6-2002 [19], ГОСТ Р 50739-95 [20], нормативными и методическими документами ФСТЭК [21], [22], [23], [24], [25].

Требования к системе защиты автоматизированной системы управления следует определять с учётом класса защищенности устройств РЗА и угроз безопасности информации, включенных в модель угроз безопасности информации. Требования к системе защиты включаются в техническое задание на проектирование РЗА или техническое задание (специализированное техническое задание) на проектирование системы обеспечения информационной безопасности РЗА должны, в том числе, содержать:

– цель и задачи обеспечения защиты информации в устройствах РЗА;

- класс защищенности устройств РЗА;
- перечень нормативных правовых актов, локальных правовых актов, методических документов, национальных стандартов и стандартов Общества, которым должна соответствовать РЗА;
- объекты защиты;
- требования к применяемым мерам и средствам защиты информации;
- требования к защите информации при информационном взаимодействии с АСУ ТП, АСТУ и информационно-телекоммуникационными сетями;
- требования к поставляемым техническим средствам, программному обеспечению, средствам защиты информации.

К защищаемой, критически важной информации относится:

- контрольно-измерительная информация, которая отражает состояние критически важных устройств объектов (процессов передачи электроэнергии) и информационное обеспечение управления такими устройствами (процессами), на основании которой принимаются решения по переключениям (отключениям) устройств и процессов;
- управляющая («командная») информация, обеспечивающая управление критически важными устройствами объектов (процессов передачи электроэнергии) и информационное обеспечение управления такими устройствами (процессами);
- программно-техническая информация устройства РЗА (состав, структура и характеристики построения, характеристики программ системного и прикладного назначения, данные о допустимых и недопустимых режимах функционирования объектов контроля и управления, параметры настроек программно-аппаратных средств);
- программно-техническая информация о системе обеспечения безопасности информации (принятые меры обеспечения информации, состав и характеристики средств обеспечения безопасности информации, параметры их настроек и др.).

Состав групп требований для устройств РЗА приведен в «Общих требованиях по обеспечению безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры» [21].

6.4. Основные меры по обеспечению информационной безопасности

Меры по обеспечению информационной безопасности РЗА должны быть определены для каждой угрозы отдельно, классифицированы по группам, реализованы в полной мере и не должны ухудшать надежность работы устройств РЗА, а также ЭЭС в целом. Для снижения подобных рисков необходимо применение средств защиты, работающих в активном и пассивном режимах.

Правила дистанционного доступа субъектов сети к объектам определяются Концепцией обеспечения информационной безопасности ОАО «Россети» [3]. В случае невозможности обеспечения двусторонней аутентификации, необходимо применение компенсационных мер - установка средств защиты, обеспечивающих управление доступом в рамках возможностей идентификации и аутентификации.

Целостность комплексов РЗА обеспечивается целостностью устройств, составляющих систему и каналов связи между ними. Под целостностью систем РЗА понимается аппаратная и программная целостность, т.е. необходимо применение средств обеспечения программной и, если возможно, аппаратной целостности комплексов РЗА.

Необходимо использование средств защиты РЗА для блокирования атак на отказ в обслуживании, удаленное исполнение кода, несанкционированное изменение конфигураций устройств и других.

Сегментирование является одной из компенсационных мер по обеспечению информационной безопасности РЗА и заключается в разбиении сети на логические сектора, разделенные между собой средствами защиты, не позволяющими распространению угрозы на несколько сегментов. Каждый МП терминал РЗА может являться отдельным сегментом защиты.

Меры обеспечения информационной безопасности должны быть непрерывными и распространяться на все жизненные циклы, включая утилизацию выведенного из эксплуатации оборудования.

7. Прогноз перспективных направлений развития РЗА на двадцатилетний период

7.1. Совершенствование устройств РЗА

Развитие технологий передачи и распределения электрической энергии, совершенствование силового оборудования, развитие коммуникационных технологий ведут к необходимости создания новых принципов построения РЗА на основе широкого применения адаптивных программно-аппаратных комплексов.

Развитие РЗА должно учитывать изменения, происходящие в электроэнергетике:

- развитие генерации малой и средней мощности и подключение этих источников в сеть;
- внедрение технологий «умных сетей» (Smart Grid), предусматривающих учет интересов всех сторон (генерация, передача и распределение электроэнергии, потребитель), включая возможность участия потребителя в выработке электроэнергии и управлении ее потреблением;
- появление устройств, работающих непосредственно вблизи от основного оборудования, в т.ч. под потенциалом рабочего напряжения;
- внедрение нового управляемого силового оборудования в ААС;
- внедрение цифровых ПС с учетом развития цифровой обработки данных и технологий связи.

Перечисленные выше тренды в электроэнергетике ставят перед РЗА следующие задачи:

- сохранение и улучшение показателей надежности в условиях изменяющейся элементной базы и архитектуры;
- автоматизация проведения технического обслуживания, выполнения расчетов уставок и выбора параметров настроек;
- перераспределение функций в службах РЗА: возможность централизованного дистанционного решения сложных задач и минимизация работ на энергообъектах, требующих высокой квалификации персонала;
- использование возможностей МП устройств РЗА для систем телеметрии и телесигнализации;
- обеспечение информационной безопасности, в том числе в условиях двухстороннего информационного обмена и внедрения дистанционного мониторинга и управления РЗА.

7.2. РЗА распределительных сетей с электростанциями малой и средней мощности

При подключении электростанций малой мощности (до 25 МВт; класс напряжения 6-35 кВ) и средней мощности (классы напряжения 35, 110, 220 кВ) к распределительным сетям существенно изменяются условия работы РЗА.

Для построения комплексов РЗА, расчета уставок и выбора параметров настройки становится необходимым принимать во внимание следующие особенности электрических режимов:

- многостороннее питание места повреждения;
- сближение характеристик рабочих и аварийных режимов;
- значительное изменение характеристик нормальных и аварийных режимов, вызванное частыми изменениями состояния (включены/отключены) электростанций, а также величины генерируемой ими мощности;
- возможность возникновения режимов несинхронных включений, представляющих значительную опасность для электростанций малой мощности;
- возможность возникновения режимов потери связи фрагмента сети, содержащего малые электростанции, с сетью внешней энергосистемы, сопровождающихся опасными отклонениями параметров электрических режимов от номинальных значений и ухудшениями условий для последующего быстрого восстановления электроснабжения потребителей прилегающей сети.

Формирование требований к техническому совершенству устройств РЗА распределительных сетей должно осуществляться на основе результатов исследований электрических режимов, качественной и количественной оценки влияния выявленных особенностей электрических режимов на функционирование основных принципов устройств РЗА.

Развитие РЗА распределительных сетей должно предполагать решение (на основе сформированных требований) следующих задач:

- адаптация и совершенствование известных алгоритмов с учетом специфики распределительных сетей, содержащих электростанции малой и средней мощности;
- разработка новых алгоритмов, обладающих адаптивными свойствами и построенных, в том числе с использованием возможностей современных коммуникационных технологий (цифровых каналов связи, информации от систем мониторинга переходных процессов).

7.3. Применение технологий «умных сетей» (Smart Grid)

Внедрение технологий Smart Grid требует изменения подхода к организации РЗА и ставит следующие задачи:

- создание централизованных защит на базе высокопроизводительных вычислительных систем;
- перераспределение функций РЗА между терминалами, при этом появляется гибкая возможность по переносу функций РЗА между различными устройствами;
- создание защит на основе новых адаптивных алгоритмов РЗА, способных к обработке большого объема информации о защищаемом энергообъекте;

– создание алгоритмов защит на основе использования синхронных векторных измерений.

7.4. Обеспечение внедрения управляемого силового оборудования активно-адаптивной сети

Применение управляемого силового оборудования и управление режимами его работы (и соответственно всей системой) приводит к изменению условий функционирования устройств РЗА. Это обусловлено изменением параметров электромагнитных и электромеханических переходных процессов в результате работы управляемого силового оборудования ААС [26].

Для обеспечения правильного функционирования устройств РЗА в этих условиях требуется решение задачи адаптации уставок и параметров настройки устройств РЗА к текущим изменениям параметров энергосистемы в режиме реального времени. Для этого должна быть разработана модель ААС, исследованы процессы изменения характеристик энергосистемы с ААС.

Кроме того, целесообразно рассмотреть варианты сегментации ААС по зонам быстродействующих защит с абсолютной селективностью и передачей отключающих и/или блокирующих сигналов.

7.5. РЗА цифровых подстанций

Стандарт IEC 61850 [2], регламентирующий представление данных о ПС как объекте автоматизации, а также протоколы цифрового обмена данными между микропроцессорными интеллектуальными электронными устройствами ПС создают предпосылки для построения ПС нового поколения - ЦПС, в которой организация всех потоков информации осуществляется в цифровой форме при решении задач защиты, управления и мониторинга состояния оборудования.

При разработке интеллектуальных электронных устройств должны обеспечиваться следующие требования:

- высокоскоростной обмен данными между терминалами РЗА и АСУ ТП;
- подключение к подстанционной ЛВС через стандартные интерфейсы;
- поддержка работы в резервируемой коммуникационной среде;
- поддержка функций автоматической самодиагностики и по запросу;
- надежность функционирования ИЭУ;
- соответствие стандарту IEC 61850 [2] в части времени обработки входного цифрового потока;
- поддержка протоколов передачи данных по стандартам ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005 [27] и ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2005 [28];
- наличие автоматизированных средств поддержки конфигурирования;

- обеспечение информационной безопасности программными средствами;
- поддержка требований по проведению оперативных переключений (наличие виртуальных накладок и ключей).

Внедрение МП устройств РЗА, разработанных для ЦПС, должно способствовать получению следующих результатов:

- снижение вероятности отказа оборудования и неправильной работы устройств РЗА, сокращение количества внезапных отказов, предотвращение появления «цепочек отказов»;
- снижение ущерба от отказа/аварии;
- снижение удельных инвестиционных затрат на основное электрооборудования за счет совершенствования структуры (гибкие схемы резервирования) и параметров РЗА (обеспечение относительной селективности при работе устройств, уменьшение продолжительности возмущающего воздействия на основное оборудование);
- снижение затрат на эксплуатацию оборудования (уменьшение объемов технического обслуживания, увеличение межремонтного периода, переход к системе обслуживания электрооборудования по состоянию);
- увеличение глубины самодиагностики устройства РЗА.

8. Совершенствование нормативно-технической базы и направления научных исследований

При совершенствовании нормативно-технической базы и проведении научных исследований необходимо взаимодействовать с ОАО «СО ЕЭС» и техническим комитетом по стандартизации «Электроэнергетика» (ТК 016). Рекомендуются использовать материалы технических отчетов комитета В5 СИГРЭ по направлениям развития РЗА, приведенных в Приложении.

8.1. Перечень документов для пересмотра и разработки

Приводимые перечни могут актуализироваться по мере выхода новых редакций Концепции.

Перечень документов для пересмотра:

- Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации электросетевого комплекса (РД 153-34.0-35.617-2001, РД 153-34.3-35.613-00).
- Инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций (СО 34.35.302-2006).
- Нормы технологического проектирования подстанций с высшим напряжением 35-750 кВ (СТО 56947007-29.240.10.028-2009, дополнить с учетом требований для энергообъектов с высшим напряжением 6-20кВ).
- Требования к шкафам РЗА с микропроцессорными устройствами (СТО 56947007-29.120.70.042-2010).
- Нормы расхода запасных реле и запасных частей для устройств релейной защиты и автоматики в электрических сетях напряжением 35 кВ и выше (СО 153-34.10.395-90 (РД 34.10.395-90)).
- Нормы времени на техническое обслуживание устройств РЗА.
- Руководящие указания по выбору объемов телеинформации при проектировании систем технологического управления электрическими сетями (СТО 56947007-29.240.034-2008).
- Руководящие указания по выбору объемов неоперативной технологической информации, передаваемой с подстанций ЕНЭС в центры управления электрическими сетями, а также между центрами управления (СТО 56947007-29.240.036-2009).
- Рекомендации по модернизации, реконструкции и замене длительно эксплуатирующихся устройств релейной защиты и электроавтоматики энергосистем» (РД 153-34.0-35.648-01).
- Методические указания по расчету защит в системе постоянного тока тепловых электростанций и подстанций (МУ 34-70-035-83).
- Методические указания по эксплуатации технологических защит, выполненных на базе микропроцессорной техники (РД 153-34.1-35.142-00).

- Инструкция по проверке трансформаторов тока, используемых в схемах релейной защиты и измерения (РД 153-34.0-35.301-2002).
- Инструкция по учету и оценке работы релейной защиты и автоматики электрической части энергосистем (СО 153-34.35.516-89, РД 34.35.516-89).
- Типовая инструкция по организации работ для определения мест повреждения воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше. (СТО 56947007-29.240.55.159-2013).
- Общие технические требования к МП устройствам РЗА (РД 34.35.310-97).

Перечень документов для разработки:

- Обеспечение информационной безопасности информационно-технологических систем подстанции. Технические требования.
- Технические решения по дистанционному управлению устройствами РЗА при оперативных переключениях.
- Требования к содержанию и оформлению Методических указаний по расчету и выбору параметров срабатывания устройств РЗА.
- Альбомы типовых схем вторичных систем.
- Единые формы протоколов проверки устройств РЗА.
- Методические указания по подтверждению показателей надежности МП устройств РЗА.
- Методические указания по проверке устройств РЗА по протоколам стандарта IEC 61850.
- Технические требования к составным компонентам МП устройств РЗА: входные и промежуточные трансформаторы (датчики), аналого-цифровые преобразователи, процессоры, входные и выходные цепи, средства связи с другими системами.
- Методические указания по определению мест повреждения воздушных линий электропередачи напряжением 6-35 кВ.
- Оборудование связи для РЗА. Общие технические требования.
- Каналы связи для РЗА по ВОЛС. Технические решения.
- Технические требования к автоматизированным системам контроля состояния и управления устройствами РЗА. Требования к пользовательским интерфейсам АРМ.
- Методические указания по применению микропроцессорных устройств РЗА различных производителей в составе дифференциально-фазных и направленных защит с передачей блокирующих и разрешающих сигналов.
- Методические указания по формированию эксплуатационного резерва РЗА.
- Стандарт передачи данных для сбора и чтения осциллограмм, событий с МП устройств РЗА в русифицированном формате (на основе IEC

60255-24 (IEEE C37.111) Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems).

– Технические требования и решения в части РЗА для обеспечения параллельной работы электростанций малой и средней мощности с ЭЭС.

8.2. Направления научных исследований

Приводимые ниже направления могут актуализироваться по мере выхода новых редакций Концепции.

– Разработка принципов построения адаптивных защит, т.е. защит, которые автоматически подстраиваются под режимы функционирования ЭЭС.

– Проведение исследований неправильной работы МП устройств РЗА по причине старения оборудования и разработка мероприятий по продлению ресурса.

– Вопросы организации удаленного доступа и кибербезопасности, автоматизированного получения и анализа данных, своевременного реагирования на изменение режима ЭЭС.

– Анализ необходимости повышения требований к релейной защите и автоматике, управляемости и наблюдаемости режимов распределительных сетей, в том числе с источниками распределенной генерации.

– Применение технологий моделирования объектов ЭЭС для целей РЗА.

– Новые принципы построения систем релейной защиты и автоматики на основе современных коммуникационных технологий.

– Вопросы широкого использования стандарта IEC 61850 [2] в системе автоматизации (всесторонний охват домена энергетической системы, системный инжиниринг, обслуживание и др.).

– Использование результатов информационной теории релейной защиты в целях совершенствования методов одностороннего и двустороннего замера для повышения чувствительности и селективности устройств РЗА.

– Комплексный подход к обеспечению надежности работы ЭЭС, включающий обоснованные решения в части аппаратно-программных средств устройств и систем РЗА, обеспечения живучести объектов ЭЭС.

– Разработка системы РЗА объектов сверхвысокого напряжения (СВН) переменного и постоянного тока.

– Практические аспекты функциональной интеграции, включающие вопросы распределения между устройствами функций, в том числе дополнительных, таких как мониторинг, повышенная точность измерения, определение места повреждения и др.

– Вопросы обеспечения коммуникаций между подстанциями согласно IEC 61850 [2] с целью реализации схемы защит линии с устройствами различных производителей.

– Проблемы реализации гибридных подстанций с произвольной комбинацией традиционных и нетрадиционных измерительных

трансформаторов, с обеспечением возможности нормального функционирования как при наличии, так и при отсутствии шины процесса.

- Возможности увеличения вычислительного ресурса интеллектуальных электронных устройств для обеспечения кибербезопасности в части шифрования/дешифровки выходных/входных сообщений.

- Принципы реализации нескольких уровней доступа к интеллектуальным электронным устройствам (ограниченный доступ, доступ для контроля, полный доступ).

- Вопросы коммуникационных технологий в релейной защите подстанций высокого напряжения, разработки и применения «глобальных» распределенных систем мониторинга, защиты и управления (на основе синхронизированных векторных измерений).

- Релейная защита и АПВ кабельно-воздушных линий электропередачи.

- Требования релейной защиты к переходным характеристикам в цепях сбора цифровой информации о токе и напряжении.

- Оценка результатов и преимуществ использования типовых решений в релейной защите.

- Вопросы управления уставками устройств релейной защиты.

- Создание технической документации, регламентирующей требования к проектированию, функционированию и обслуживанию систем автоматизации цифровых ПС.

- Оценка работоспособности и надежности систем автоматизации цифровых ПС.

- Вопросы согласования РЗА с требованиями электроэнергетических систем будущего.

- Решения по созданию релейной защиты трансформаторов специальной конструкции.

- Разработка современных методик проведения приемо-сдаточных и пусконаладочных работ, полевых испытаний РЗА.

- Применение и управление мероприятиями по обеспечению кибербезопасности релейной защиты и систем управления.

- Методы применения информации, полученной посредством удаленного доступа, в обслуживании и функционировании систем автоматизации подстанций.

- Анализ и сравнение систем определения места повреждения в составе систем автоматизации подстанции.

- Методика испытаний функций релейной защиты, автоматики и управления на ЦПС, созданных на основе стандарта IEC 61850 [2].

- Оптимизация разработки проектов релейной защиты, автоматики и управления.

- Применение «волновых» методов в релейной защите и автоматике.

- Работа защит в условиях больших возмущений в энергосистеме.

- Опыт применения нетрадиционных измерительных преобразователей.
- Вопросы выполнения РЗА интеллектуальной ЭЭС с активно-адаптивной сетью.
- Вопросы создания нового поколения интеллектуальных ПС.
- Проблемы образования, повышения квалификации и профессионального развития специалистов по релейной защите и технологическому управлению.
- Разработка методов и средств автоматизированной оценки технического состояния оборудования РЗА путем мониторинга и анализа статистических данных о работе РЗА.
- Разработка и совершенствование автоматизированных систем организации эксплуатации устройств и комплексов РЗА.
- Разработка норм трудозатрат для персонала РЗА, расчет нормативной численности персонала.
- Разработка мероприятий, обеспечивающих снижение количества случаев неправильной работы устройств РЗА, вызванных ошибками персонала (на этапах изготовления, проектирования, наладки и эксплуатации).
- Обоснование построения интерфейсов автоматизированных систем и МП устройств РЗА.
- Техничко-экономическое сравнение и применимость принципов организации каналов технологической связи для целей релейной защиты.
- Разработка и обоснование протоколов и алгоритмов обмена данными (в том числе с использованием стандарта IEC 61850 [2]), обеспечивающих совместимость полуккомплектов основных защит ЛЭП разных производителей.
- Разработка комплекта топографических средств поиска места замыкания на землю в сетях ВЛ 10 кВ с произвольным сочетанием параметров.
- Разработка мобильного импульсного локатора для ОМП ВЛ 110 кВ и выше.
- Исследование вопросов увеличения аппаратной надежности МП устройств РЗА и обоснованного продления срока их службы за счет обеспечения щадящих условий работы.
- Обоснование комплексного подхода к интеграции средств РЗА с сетями связи с целью обеспечения щадящих условий работы электрооборудования сетей 10 кВ и электростанций распределенной генерации с уменьшением капитальных и эксплуатационных расходов (шкаф новой конструкции и оснащения).
- Создание глобальной сверхбыстродействующей (до 10 мс) релейной защиты разветвленной сети ВЛ на базе применения технических решений релейной защиты «мертвых зон» и оптической сети с использованием стандарта IEC 61850 [2].
- Исследование вопросов повышения аппаратной надежности МП устройств РЗА за счет применения в устройствах аварийно-предупредительной

сигнализации о фактах превышения проектных уровней электромагнитных воздействий и своевременного обеспечения запаса помехоустойчивости.

– Разработка методики ретроспективного анализа архива показаний средств WAMS, ОМП и РАС с целью повышения точности расчетов ТКЗ и ОМП.

Библиография

- 1] *Положение ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе, утверждено Советом директоров ОАО «Россети» (протокол № 138 от 23.10.2013).*
- 2] *IEC 61850 Communication networks and systems in substations.*
- 3] *«Концепция обеспечения информационной безопасности ОАО «Россети», утверждена и введена распоряжением ОАО «Россети» от 17.06.2014 № 249р.*
- 4] *ГОСТ Р 55438-2013 «ЕЭС и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и эксплуатации.*
- 5] *Стратегия развития электросетевого комплекса Российской Федерации, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2013 г. №511-р..*
- 6] *Регламент формирования и реализации программы НИОКР на период формирования единой системы управления НИОКР, утвержденный распоряжением ОАО "Россети" от 03.12.2013 №136р.*
- 7] *Положение о порядке и правилах внедрения инновационных решений в ОАО «Россети», утвержденное распоряжением ОАО «Россети» от 14.08.2014 №350р..*
- 8] *Порядок проведения аттестации оборудования, материалов и систем в электросетевом комплексе на электросетевых объектах ДЗО ОАО «Россети», утвержденный решением Правления ОАО "Россети" (протокол от 31.03.2014 №225пр/2).*
- 9] *IEEE Std C37.94-2002 Standard for N Times 64 Kilobit Per Second Optical Fiber Interfaces Between Teleprotection and Multiplexer Equipment.*
- 10] *ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения..*
- 11] *IEC 60050-448 ed2.0 International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 448: Power system protection.*
- 12] *Микропроцессорные системы РЗА. Оценка эффективности и надежности, статья Г.С. Нудельмана и А.И. Шалина в журнале "Новости электротехники" №3(51) 2008 года, 2009.*

13] *Типовые сценарные условия формирования инвестиционных программ ДЗО ОАО «Россети», утвержденные решением Правления ОАО «Россети» (протокол от 04.10.2013 №198пр/1).*

14] *Рекомендации по модернизации, реконструкции и замене длительно эксплуатируемых устройств релейной защиты и электроавтоматики энергосистем (РД 153-34.0-35.648-01).*

15] *Приказ ФСТЭК России от 14.03.2014 №31 «Об утверждении Требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды».*

16] *Основные направления государственной политики в области обеспечения безопасности АСУ производственными и технологическими процессами критично важных объектов инфраструктуры Российской Федерации, утверждены Президентом РФ 03.02.2012 №803..*

17] *«Система признаков критически важных объектов и критериев отнесения, функционирующих в их составе информационно-телекоммуникационных систем к числу защищаемых от деструктивных информационных воздействий», утверждена Секретарем Совбеза РФ 08.11.2005..*

18] *ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002-2012. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Свод норм и правил менеджмента информационной безопасности.*

19] *ГОСТ Р 51725.6-2002 Каталогизация продукции для федеральных государственных нужд. Сети телекоммуникационные и базы данных. Требования информационной безопасности.*

20] *ГОСТ Р 50739-95 Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Общие технические требования..*

21] *«Общие требования по обеспечению безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры», утверждены ФСТЭК 18.05.2007.*

22] *«Базовая модель угроз безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры», утверждена ФСТЭК 18.05.2007.*

«Методика определения актуальных угроз безопасности

23] информации в ключевых системах информационной инфраструктуры», утверждена ФСТЭК 18.05.2007.

24] «Рекомендации по обеспечению безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры», утверждены ФСТЭК 19.11.2007.

25] «Руководящий документ. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации», утвержден Гостехкомиссией России 30.03.1992..

26] Концепция развития и применения систем релейной защиты и автоматики для интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью.

27] ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 103. Обобщающий стандарт по информационному интерфейсу для аппаратуры релейной защиты.

28] ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2005 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей.

29] IEEE 1588 - 2008 - Standart for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems.

30] IEC 61588-2009 - Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems.

31] Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 №87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию".

32] СО 34.35.302-2006. Инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций.

33] ГОСТ 34.602-89 "Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы".

34] ГОСТ Р 51583-2014 Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении. Общие положения..

35] ГОСТ Р 51583-2014 Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Общие положения..

- ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006 «Информационная технология.
36] Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования».
- ГОСТ Р 55608–2013 «Единая энергетическая система и
37] изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Переключения в электроустановках. Общие требования».
- IEEE C37.118.2-2011 - Standard for Synchrophasor Data Transfer for
38] Power Systems.
- СТО 56947007- 33.040.20.141-2012 «Правила технического
39] обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации подстанций 110-750 кВ».
- МЭК 60050-448 Международный электротехнический словарь.
40] Защита энергетических систем..
- IEC 61850-8-1 Mapping to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to
41] ISO/IEC 8802-3.
- IEC 61850-9-2 Sampled values over ISO/IEC 8802-3.
42]
- IEC 62351 Power systems management and associated information
43] exchange - Data and communications security..
- IEC 61850-9-2: Sampled values over ISO/IEC 8802-3.
44]

Перечень отчетов комитета В5 (РЗА) СИГРЭ

Номер технической брошюры	Год выпуска	Название брошюры
232	2003	Optimisation of protection performance during system disturbance
236	2003	Conformance testing guideline for communication in substations
246	2004	The automation of new and existing substations: why and how
270	2005	Auto-reclosing and local system restoration
307	2006	Remote on-line management for protection and automation
318	2007	Wi-Fi Protected Access for protection and automation
326	2007	The introduction of IEC 61850 and its impact on protection and automation within substations
329	2007	Guidelines for specification and evaluation of substation automation systems
355	2008	Fault and Disturbance Data Analysis including intelligent Systems
359	2008	Modern Distance Protection Functions and Applications
401	2009	Functional Testing of IEC 61850 Based Systems
402	2009	High Impedance Faults
404	2010	Acceptable Functional Integration in HV substations
411	2010	Protection, Control and Monitoring of Series Compensated Network
421	2010	Impact of Renewable Energy Sources and Distributed Generation on Substation Protection and Automation
424	2010	New Trends for Automated Fault and Disturbance Analysis
427	2010	Impact of Implementing Cyber Security Requirements using IEC 61850
431	2010	Modern Techniques for Protecting Busbars in HV Networks
432	2010	Protection Relay Coordination
448	2011	Refurbishment Strategies based on Life Cycle Cost and Technical Constraints
463	2011	Modern Techniques for Protecting, controlling and monitoring power transformers
464	2011	Maintenance Strategies for Digital Substation Automation Systems

Номер технической брошюры	Год выпуска	Название брошюры
465	2011	Modern Techniques for Protecting and Monitoring of Transmission Lines
466	2011	Engineering Guidelines for IEC 61850 Based Digital SAS
479	2011	International Guide on the Protection of Synchronous Generators
537	2013	Guide for Transformer Fire Safety Practices
539	2013	Life-time Management of Relay Settings
540	2013	Applications of IEC 61850 Standard to Protection Schemes
542	2013	Insulation Coordination for UHV AC Systems
543	2013	Guideline for Numerical Electromagnetic Analysis Method and its Application to Surge Phenomena