Конференция по ознакомлению субъектов электроэнергетики с технологической деятельности АО «СО ЕЭС»
23 октября 2018 года, г. Москва

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

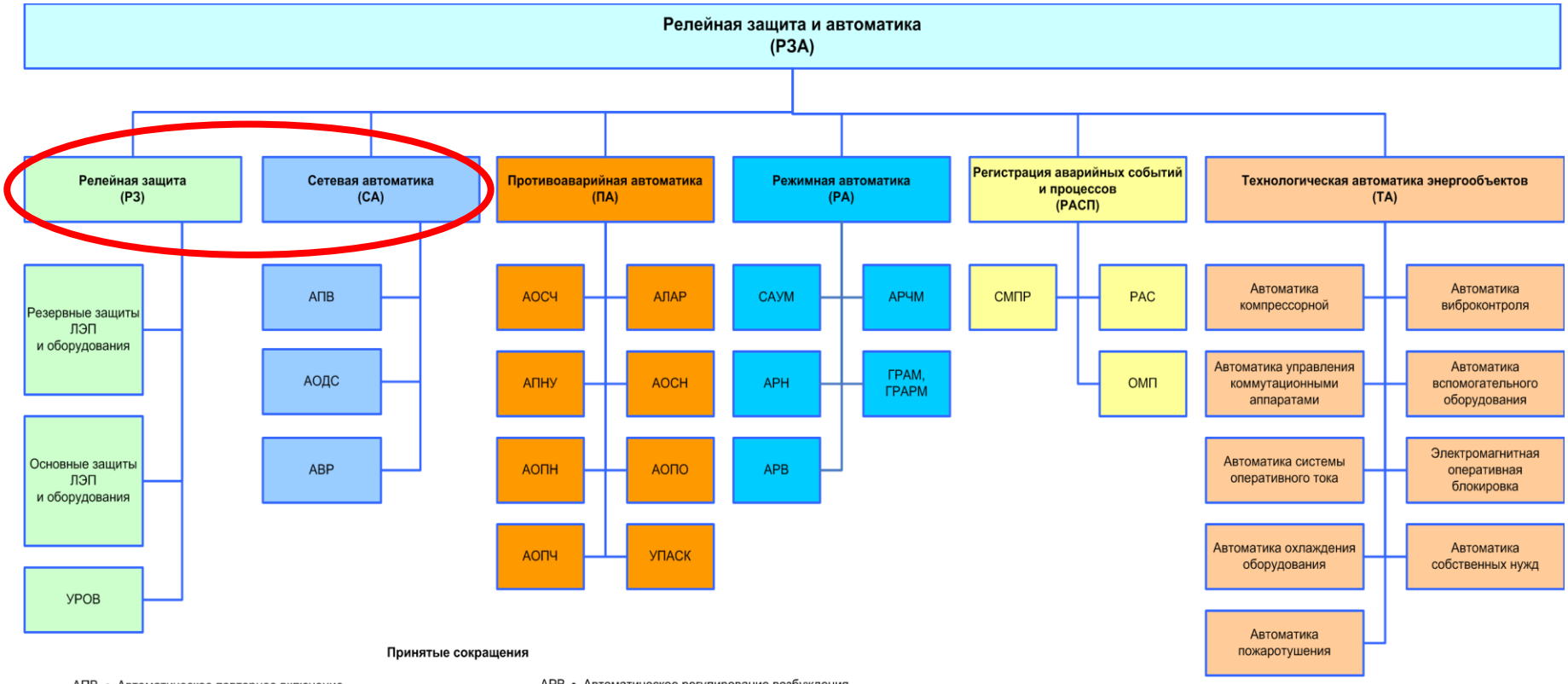
Релейная защита и сетевая автоматика

Жуков Андрей Васильевич

Заместитель директора по управлению режимами ЕЭС

Классификация релейной защиты и автоматики

ГОСТ Р 55438-2013 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и эксплуатации. Общие требования.

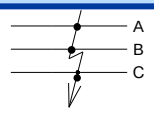
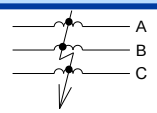
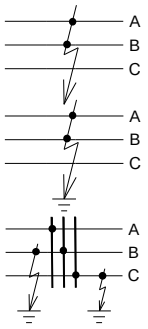
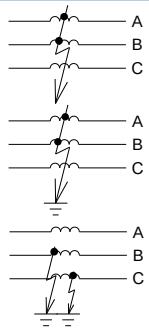
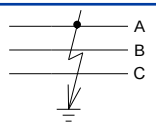
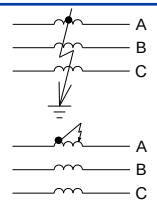
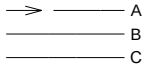
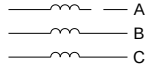


Принятые сокращения

АПВ • Автоматическое повторное включение
АВР • Автоматическое включение резерва
АЛАР • Автоматика ликвидации асинхронного режима
АОДС • Автоматика опережающего деления сети
АОПН • Автоматика ограничения повышения напряжения
АОПЧ • Автоматика ограничения повышения частоты
АОСН • Автоматика ограничения снижения напряжения
АОСЧ • Автоматика ограничения снижения частоты
АПНУ • Автоматика предотвращения нарушения устойчивости
АРН • Автоматика регулирования напряжения
АРВ • Автоматическое регулирование возбуждения
АРЧМ • Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности
ГРАМ • Групповой регулятор активной мощности
ГРАРМ • Групповой регулятор активной и реактивной мощности
ОМП • Определение места повреждения
РАС • Регистратор аварийных событий
САУМ • Система автоматического управления мощностью энергоблоков
СМПР • Система мониторинга переходного режима
УПАСК • Устройство передачи аварийных сигналов и команд

Основные виды повреждений в ЭЭС

Релейная защита (РЗ) – совокупность устройств, предназначенных для автоматического выявления коротких замыканий (КЗ), замыканий на землю и других ненормальных режимов работы ЛЭП и оборудования, которые могут привести к их повреждению и (или) нарушению устойчивости энергосистемы, формирования управляющих воздействий на отключение коммуникационных аппаратов с целью отключения этих ЛЭП и оборудования от энергосистемы, формирования предупредительных сигналов

Повреждения	Разновидности и обозначения	Линии и шины Изображения	Машины и аппараты Обозначения
Трехфазные КЗ	КЗ между тремя фазами $К^{(3)}$		
Двухфазные КЗ	КЗ между двумя фазами $К^{(2)}$		
	Двухфазное КЗ на землю $К^{(1,1)}$		
	Двойное КЗ на землю $К_{дв}^{(1,1)}$		
Однофазные КЗ и однофазные замыкания на землю	Однофазное КЗ – $К^{(1)}$		
	Однофазное витковое КЗ – $К_{в}^{(1)}$		
Разрыв фазы	L		

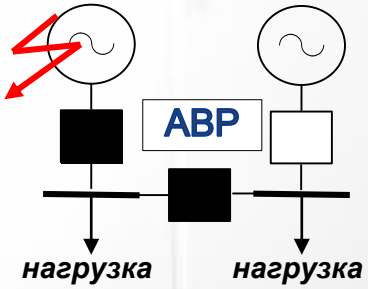
Сетевая автоматика

Автоматическое повторное включение (АПВ)

Значительная часть КЗ на ВЛ и оборудовании ПС при быстром отключении самоустраняются. Для ускорения восстановления нормальной схемы сети и уменьшения времени перерыва энергоснабжения потребителей применяются устройства АПВ (ТАПВ, ОАПВ)

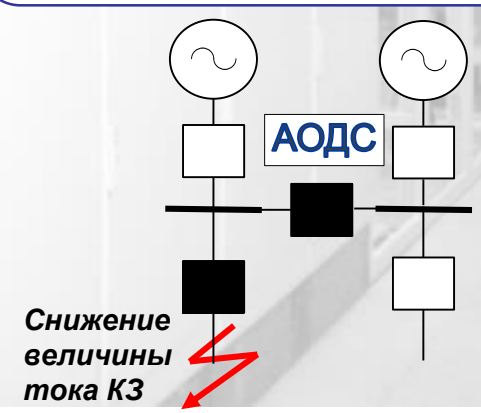
Автоматическое ввод резерва (АВР)

В случае питания нагрузки от основного источника и возможности ее перевода на резервный источник при аварийном отключении основного источника питания предусматривается автоматическое включение резервного источника (автоматический ввод резерва)



Автоматическое опережающее деление сети (АОДС)

При наличии в ЭЭС выключателей, не соответствующих по отключающей способности уровню токов КЗ сети, одной из мер ограничения коммутируемых ими токов является ввод АОДС, производящей деление сети и снижение величины токов КЗ до допустимого для выключателей уровня

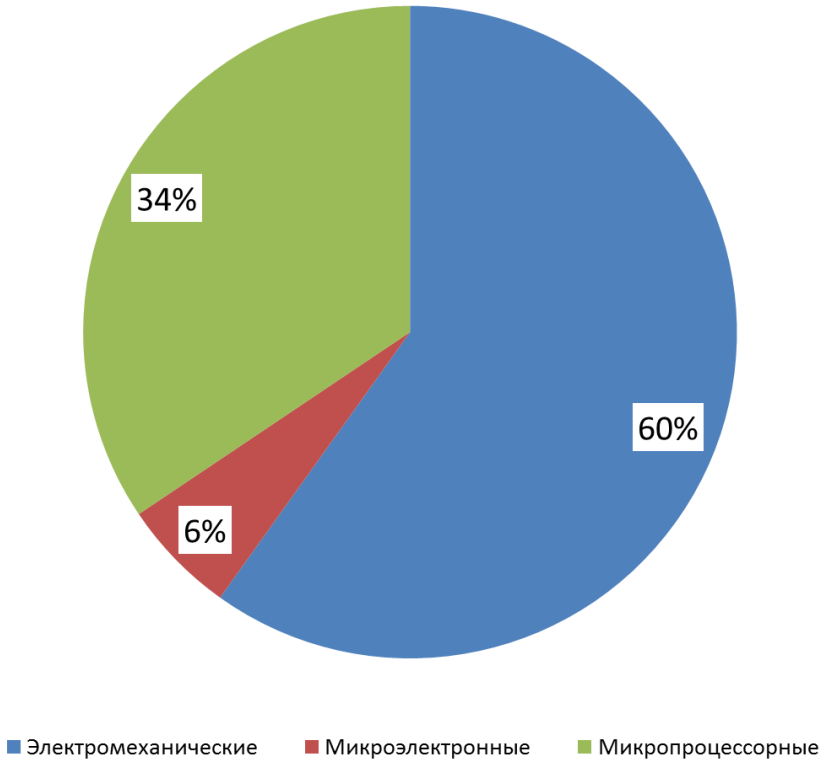


Основные требования, предъявляемые к устройствам РЗ

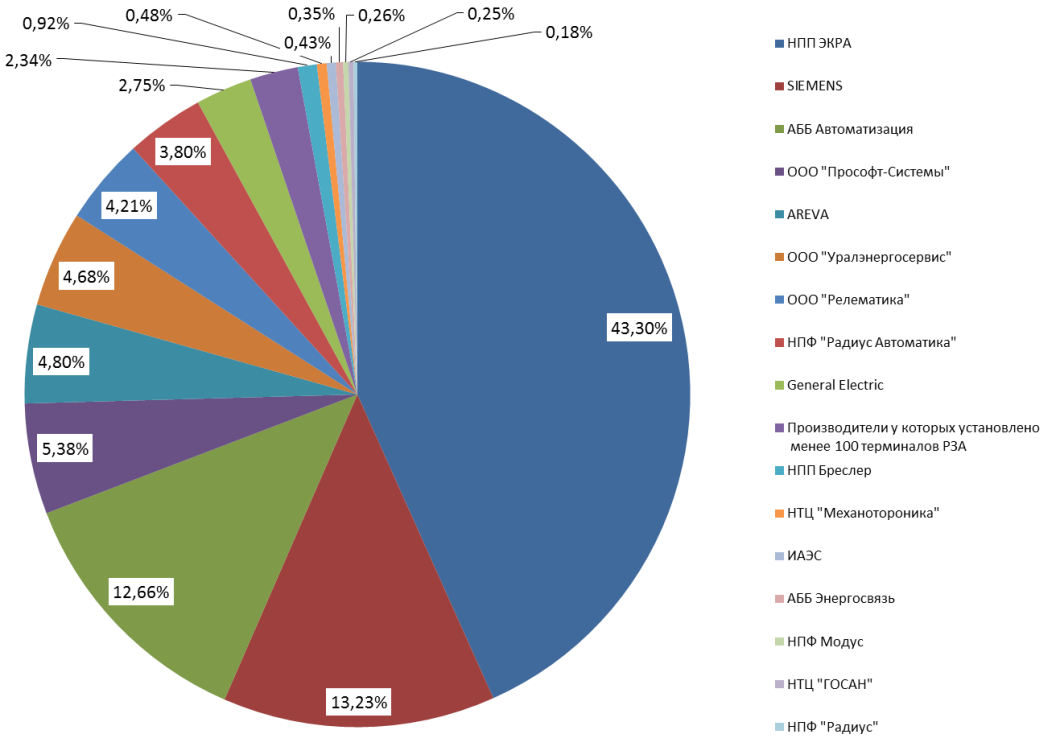
Селективность (избирательность)	**Способность РЗ выявлять и отключать только поврежденный элемент сети**
Быстродействие	**Способность РЗ выявлять и отключать КЗ с минимально возможным временем для ограничения размеров разрушения в месте повреждения, обеспечения термической стойкости оборудования, ЛЭП, повышения эффективности АПВ ЛЭП и сборных шин, уменьшения влияния снижения напряжения на работу потребителей и сохранения устойчивой параллельной работы генераторов электростанций**
Чувствительность	**Характеризует устойчивость срабатывания РЗ при КЗ в пределах зоны своего действия (оценивается коэффициентом чувствительности Кч)**
Надежность	**Вероятность выполнения РЗ требуемых функций при заданных условиях в течение заданного промежутка времени.**

Оснащенность ЛЭП и оборудования ЕЭС России напряжением 110–750 кВ устройствами РЗА

Аппаратное исполнение устройств РЗА



Производители микропроцессорных устройств РЗА



На 01.01.2018 года количество устройств РЗА, расчет и выбор параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования которых осуществляет Системный оператор превышает 130000 устройств

Выполнение расчетов, выбор и задание параметров настройки устройств РЗА

Устройства РЗА, для которых Системный оператор осуществляет расчет и выбор параметров настройки и алгоритмов функционирования:

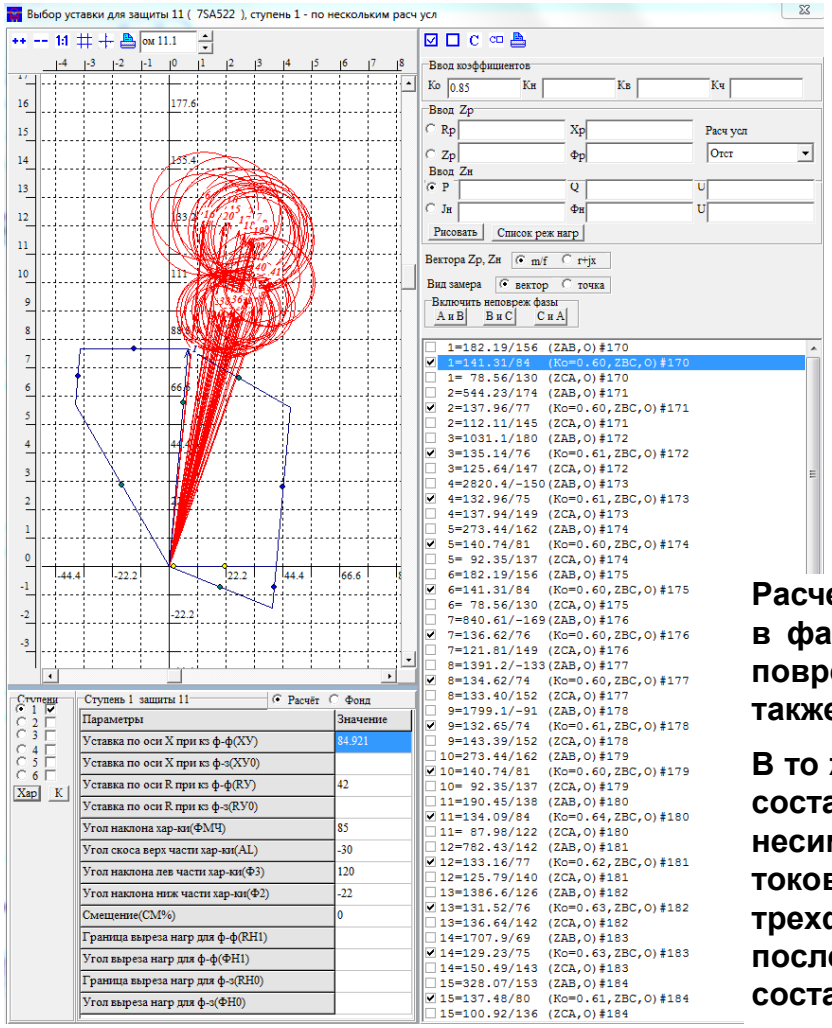
- Все ЛЭП напряжением 110 кВ и выше за исключением ЛЭП с односторонним питанием
- Шины и ошиновки напряжением 110 кВ и выше, на которые осуществляется коммутация транзитных ЛЭП
- Оборудование (автотрансформаторы, трансформаторы, генерирующее оборудование), если требуется согласование параметров настройки этих устройств РЗА с устройствами РЗА смежных ЛЭП и оборудования напряжением 110 кВ и выше

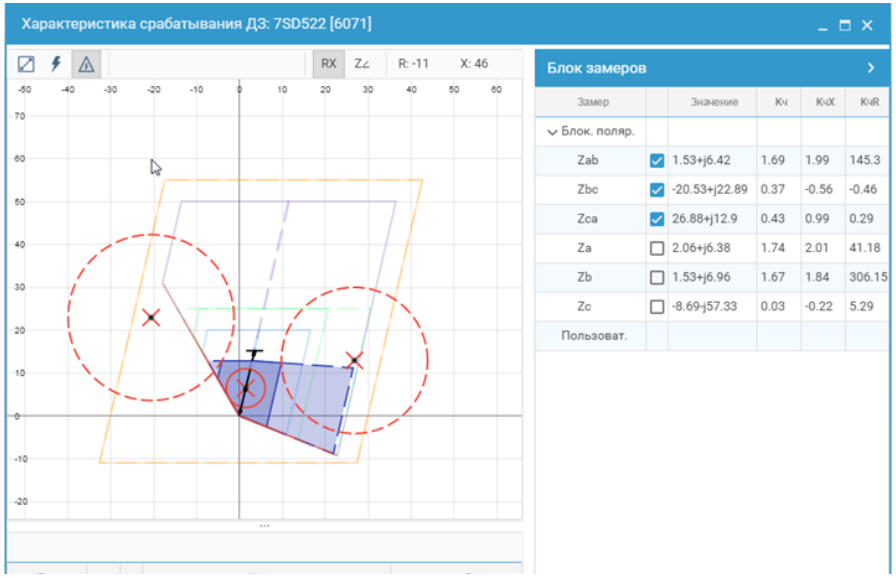
Устройства РЗА, для которых Системный оператор осуществляет согласование параметров настройки и алгоритмов функционирования, выбранных Субъектом электроэнергетики:

- ЛЭП с односторонним питанием (ступенчатые РЗ)
- Оборудование (автотрансформаторы, трансформаторы, генерирующее оборудование), одним из условий выбора параметров настройки которых является согласование этих устройств РЗА с устройствами РЗА смежных ЛЭП и оборудования напряжением 110 кВ и выше

Специализированные программные комплексы расчетов РЗА

Все расчеты проводятся в специализированных программных комплексах.



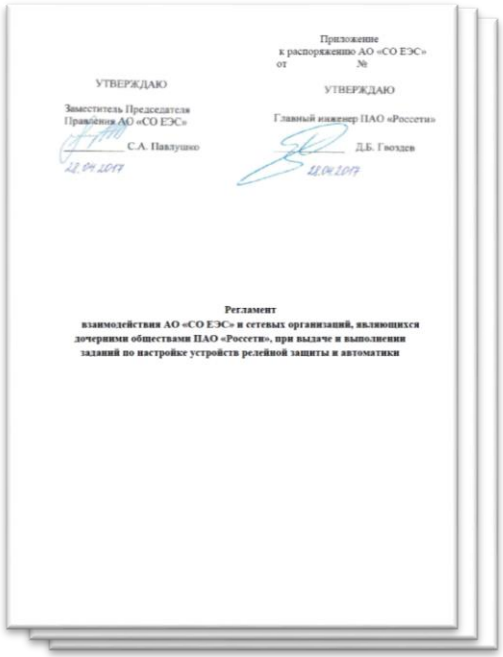


Расчеты токов КЗ в указанных программных комплексах ведется в фазных координатах, что позволяет корректно моделировать повреждение любой сложности, множественные повреждения, а также учитывать фазную несимметрию элемента сети.

В то же время сохранена возможность перехода к симметричным составляющим, в соответствии с которым, любую несимметричную трехфазную систему ЭДС, напряжений или токов можно представить суммой трех симметричных трехфазных систем: прямой, обратной и нулевой последовательности. Эти системы называют симметричными составляющими данной несимметричной трехфазной системы.

Выбор параметров настройки устройств РЗА

Взаимодействие при выдаче и выполнении заданий по настройке устройств РЗА



Приложение
к распоряжению АО «СО ЕЭС»
от №

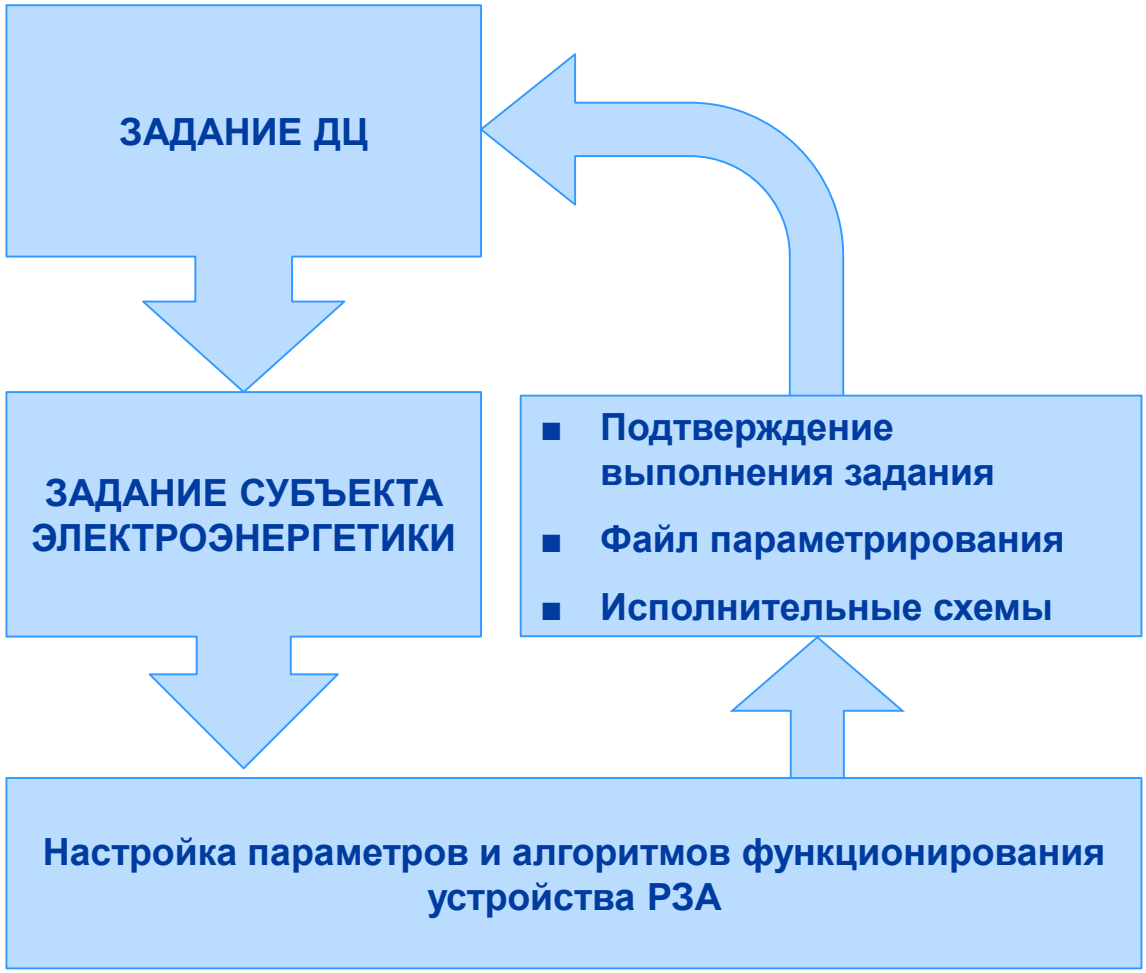
УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Председателя
Правления АО «СО ЕЭС»
С.А. Павлушко

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер ПАО «Россети»
Д.Б. Гвоздев

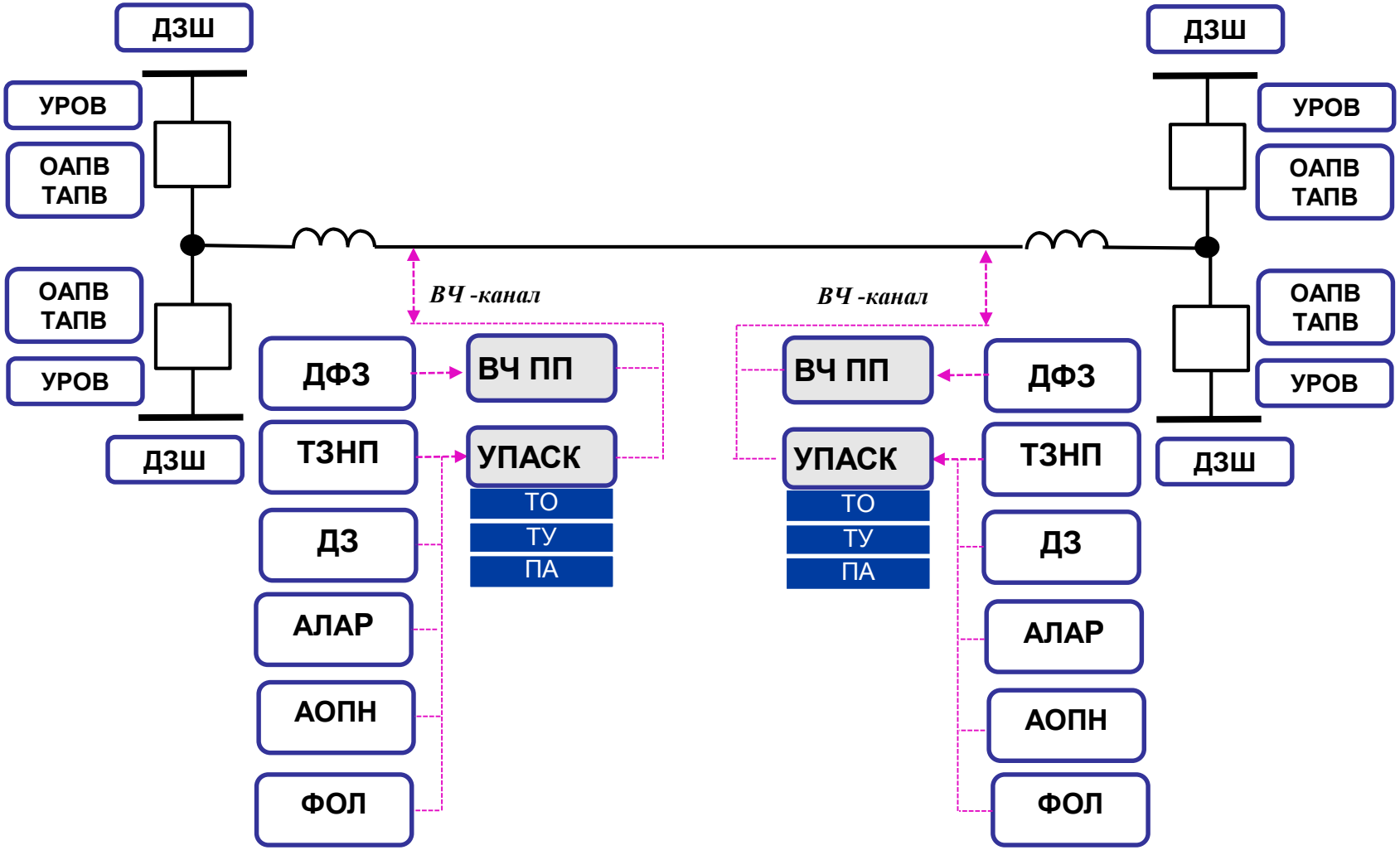
Регламент
взаимодействия АО «СО ЕЭС» и сетевых организаций, являющихся дочерними обществами ПАО «Россети», при выдаче и выполнении заданий по настройке устройств релейной защиты и автоматики

Регламент по выдаче заданий по настройке РЗА подписан с 44 субъектами электроэнергетики.

Проект НПА по выдаче заданий по настройке РЗА разработан и передан в Минэнерго РФ

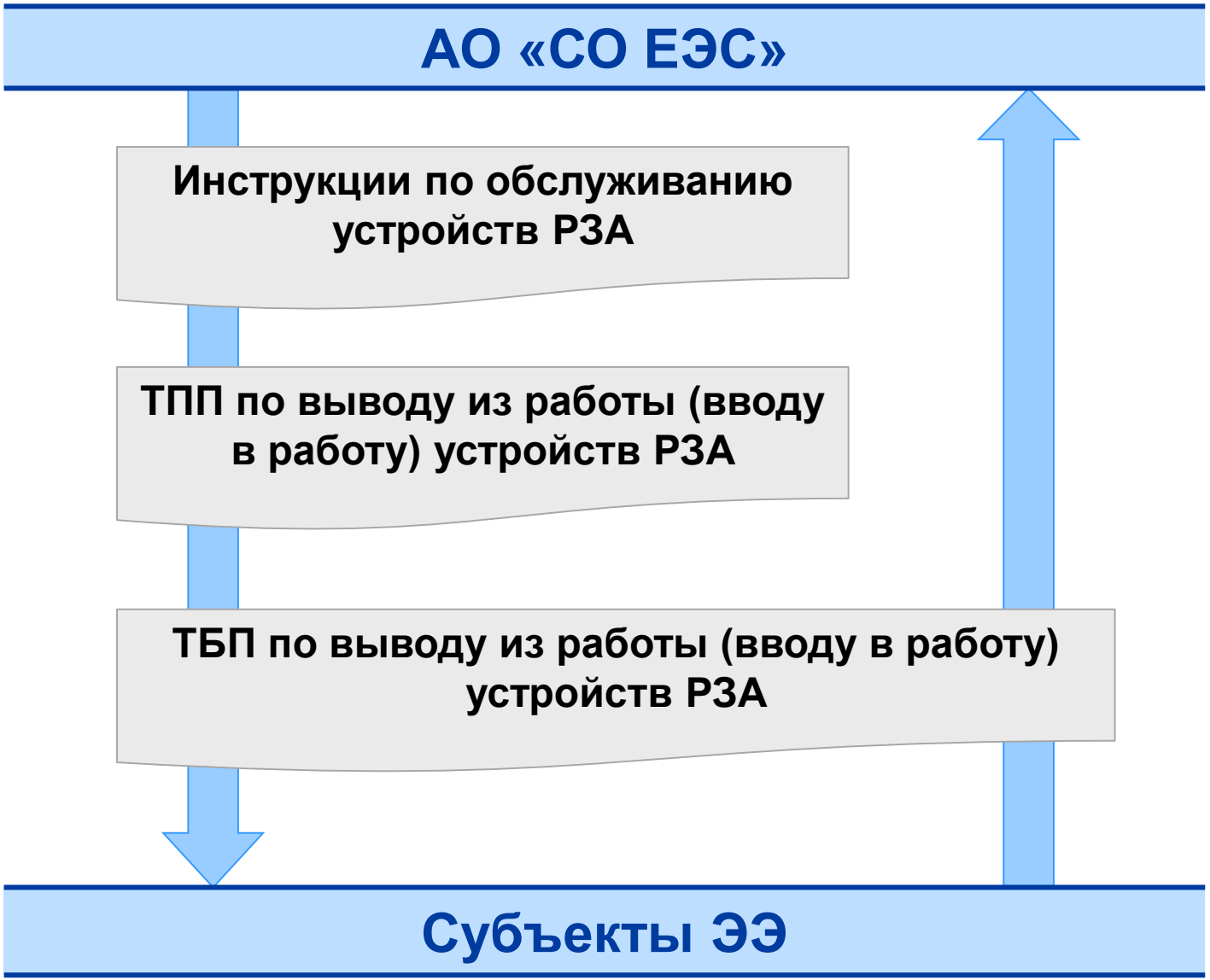


Задания по настройке устройств РЗА



На ВЛ 330–750 кВ выдается не менее 16 заданий по настройке устройств РЗА

Инструктивная документация по РЗА



Технический учет и анализ функционирования устройств РЗА

ГОСТ Р 56865-2016

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Технический учет и анализ функционирования. Общие требования

СО выполняет технический учет и анализ функционирования следующих устройств РЗА:

- **Устройств РЗА ЛЭП и оборудования, отнесенных к объектам диспетчеризации**
- **Устройств РЗА, расчет или согласование уставок которых выполняет СО**
- **Устройства АЧР**
- **Устройства ПА и РА, собственником которых является СО**

На основании результатов технического учета СО:

- **Выдает задания Субъектам по устранению причин неправильного функционирования комплексов и устройств РЗА**
- **Выдает задания Субъектам на изменение параметров настройки и алгоритмов функционирования комплексов и устройств РЗА**
- **Разрабатывает информационные письма, если причины неправильной работы РЗА, создают риски неправильной работы по этой же причине устройств (комплексов) РЗА, установленных на других объектах электроэнергетики**

Результаты технического учета и анализа функционирования устройств РЗА учитывается СО при разработке нормативной и методической документации, а также при рассмотрении проектных решений по созданию/реконструкции устройств РЗА

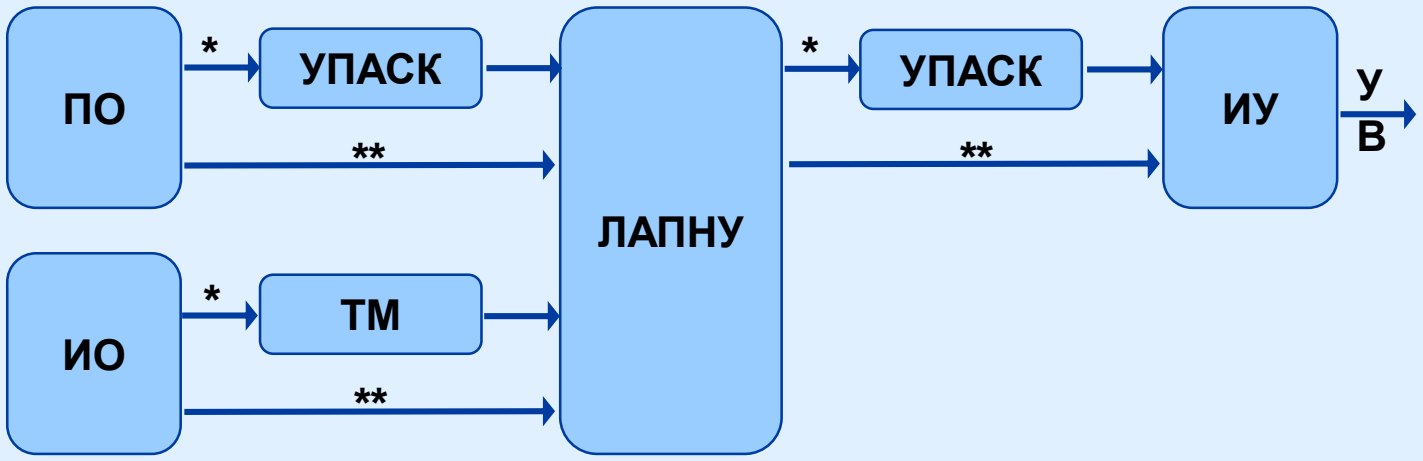
Рассмотрение и согласование проектной документации

- Проектный расчет параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования комплексов и устройств РЗА.
- Схемы распределения по ТТ и ТН устройств РЗА, АСУТП, АСКУЭ.
- Принципиальные функционально-логические схемы (алгоритмы функционирования) устройств РЗА и внешних связей с другими устройствами.
- Данные по параметрированию МП устройств РЗА.
- Схемы организации цепей оперативного тока устройств РЗА.
- Схемы организации цепей напряжения устройств РЗА.

Проверка комплексов ПА

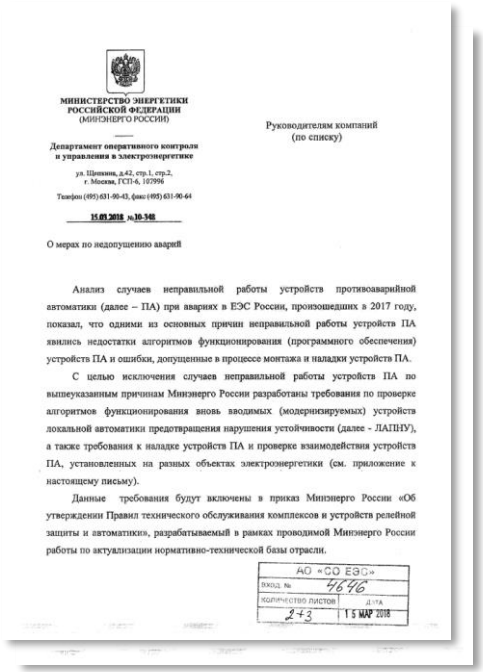
Состав комплекса ПА:

- устройства измерения параметров режима и текущих объемов управляющих воздействий (ИО)
- пусковые органы (ПО)
- исполнительных устройств (ИУ)
- устройства автоматической дозировки воздействий (АДВ)
- устройства приема-передачи доаварийной и аварийной информации, сигналов и команд управления, каналы передачи информации (УПАСК или ТМ)



* - при размещении на разных объектах электроэнергетики
** - при размещении на одном объекте электроэнергетики

О мерах по недопущению аварий



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНЭНЕРГО РОССИИ)

Департамент оперативного контроля
и управления в электроэнергетике

ул. Щепкина, д.42, стр.1, стр.2,
г. Москва, ГСП-6, 107996
Телефон (495) 631-90-43, факс (495) 631-90-64

15.01.2018 №10-348

Руководителям компаний
(по списку)

О мерах по недопущению аварий

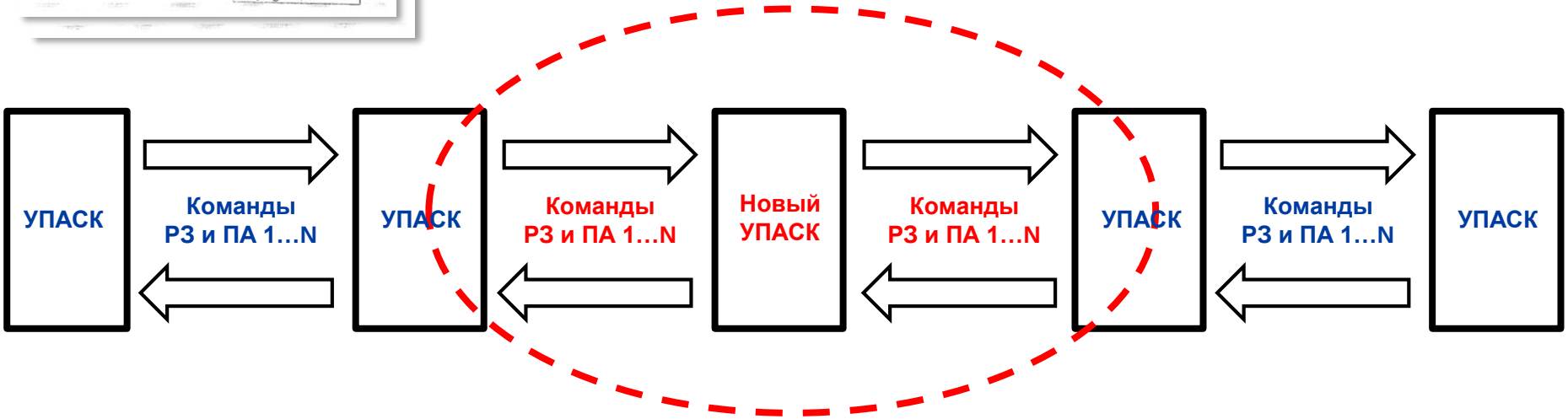
Анализ случаев неправильной работы устройств противоаварийной автоматики (далее – ПА) при авариях в ЕЭС России, происшедших в 2017 году, показал, что одними из основных причин неправильной работы устройств ПА явились недостатки алгоритмов функционирования (программного обеспечения) устройств ПА и ошибки, допущенные в процессе монтажа и наладки устройств ПА.

С целью исключения случаев неправильной работы устройств ПА по вышеуказанным причинам Минэнерго России разработаны требования по проверке алгоритмов функционирования вновь вводимых (модернизируемых) устройств локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости (далее - ЛАПНУ), а также требования к наладке устройств ПА и проверке взаимодействия устройств ПА, установленных на разных объектах электроэнергетики (см. приложение к настоящему письму).

Данные требования будут включены в приказ Минэнерго России «Об утверждении Правил технического обслуживания комплексов и устройств релейной защиты и автоматики», разрабатываемый в рамках проводимой Минэнерго России работы по актуализации нормативно-технической базы отрасли.

АО «СО ЕЭС»
Вход. № 4646
Количество листов 2+3 Дата 15 МАР 2018

- **Проверка алгоритмов функционирования устройства ЛАПНУ.**
- **Выполнение наладки устройства ПА на объекте электроэнергетики.**
- **Выполнение проверки взаимодействия устройств ПА между объектами электроэнергетики.**



Научно-техническая деятельность АО «СО ЕЭС» по РЗА

Организация работы секций НП «НТС ЕЭС»:

- **Секция № 6 «Управление режимами энергосистем, РЗА»**
  - **Совершенствование управления режимами энергосистем**
  - **Оптимизация режимов энергосистем**

- **Секция № 10 «Проблемы надежности и эффективности релейной защиты и средств автоматического системного управления в ЕЭС России»**
  - **Проблемы развития и эксплуатации РЗ, ПА и АРЧМ**

Организация и проведение научно-технических конференций по РЗА:

- **«Международная конференция «Релейная защита и автоматика энергосистем»**
- **«Международная научно-техническая конференция «Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем»**
- **«Международная научно-технические конференции «Электроэнергетика глазами молодежи»**
- **Международная молодёжная научно-техническая конференция IEEE «Релейная защита и автоматика»**

Организация работы подкомитета B5 РНК СИГРЭ «Релейная защита и автоматика»

ПРОТОКОЛ № 09.02-005
заседания Технического комитета РНК СИГРЭ

г. Москва

ПОВЕСТКА ДНЯ:

1. О создании подкомитета по тематическому направлению B5 «Релейная защита и автоматика».
2. О создании подкомитета по тематическому направлению C2 «Функционирование и управление энергосистем».
3. О создании подкомитета по тематическому направлению C6 «Системы распределения электроэнергии и распределенная генерация».

Исследовательский комитет по релейной защите и автоматике B5 РНК СИГРЭ был создан в 2007 г.

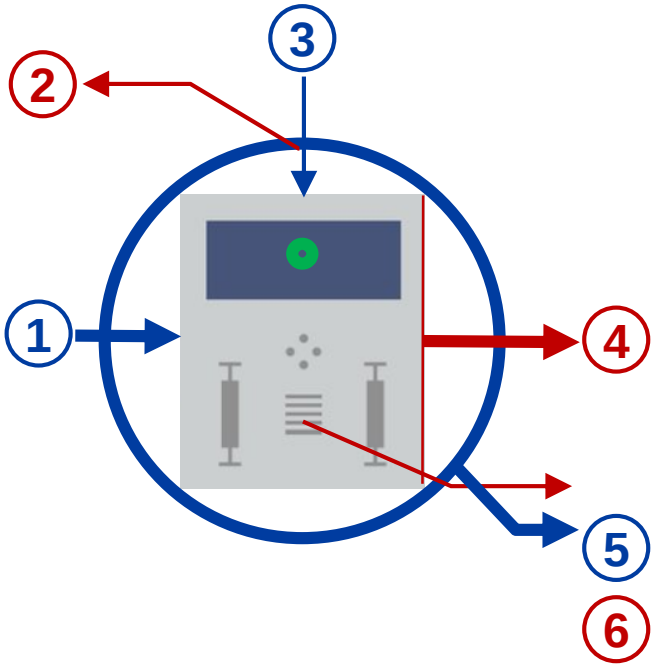
В 2014 г. подкомитет B5 «Релейная защита и автоматика» создан на базе ОАО «СО ЕЭС» решением Технического комитета РНК СИГРЭ от 21.08.2014 № 5.

Численность – 85 чел.

Организации: АО «СО ЕЭС», ПАО «Россети», ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «РусГидро», проектные, научно-исследовательские, ВУЗы, производители аппаратуры РЗА.

1. **Концептуальные вопросы построения и развития систем РЗА и систем автоматизации объектов электроэнергетики**
2. **Вопросы развития системы РЗА при внедрении в распределительные сети возобновляемых источников энергии и распределенной генерации**
3. **Формирование технических требований на разработку современных устройств и аппаратуры РЗА**
4. **Методы повышения эффективности функционирования системы РЗА**
5. **Концептуальные вопросы разработки «Цифровой подстанции»**
6. **Вопросы применения стандарта МЭК 61850 в системах РЗА**
7. **Вопросы применения и развития технологии векторного измерения параметров электроэнергетического режима для задач мониторинга, управления и защиты**
8. **Вопросы технического обслуживания и повышения уровня эксплуатации устройств и технических комплексов РЗА**
9. **Развитие системы мониторинга и анализа функционирования устройств и комплексов РЗА**
10. **Развитие процедур аттестации и сертификации алгоритмов и устройств РЗА**
11. **Вопросы развития нормативно-технической базы РЗА**
12. **Вопросы развития программных комплексов расчетов и выбора параметров настройки устройств РЗА**
13. **Вопросы подготовки специалистов в области РЗА**

Система мониторинга и анализа функционирования устройств РЗА «АСМ РЗА»



	ПС, ЦУС, ЦЩУ	ЦУС, ДЦ
1. Контроль исправности вторичных цепей и положения переключающих устройств	✓	
2. Контроль сигналов самодиагностики устройств	✓	✓
3. Контроль исправности внешних связей устройств	✓	
4. Оценка на энергообъекте правильности срабатываний устройств	✓	✓
5. Оценка в энергосистеме правильности пусков и срабатываний устройств	✓	✓
6. Контроль изменения уставок и конфигурации устройств	✓	✓

✓ Реализация функции в полном объеме в ПО

✓ Получение результатов и уведомлений о работе функции

Эффект для субъектов электроэнергетики от внедрения «АСМ РЗА»

1. **Наблюдаемость состояния устройств РЗА**

2. **Снижение аварийности на энергообъектах по причинам неправильной работы РЗА**

3. **Информационное обеспечение и инфраструктура для перехода на техническое обслуживание микропроцессорных устройств РЗА по их фактическому состоянию**

4. **Ранняя диагностика неисправности устройств РЗА**

5. **Оперативное информирование о результатах анализа аварийных событий и оценке правильности работы устройств РЗА**

6. **Возможность «связки» АСМ РЗА с системами дистанционного управления оборудованием и/или коммутационными аппаратами**

Планы по разработке НТД в области РЗА

«Правила технологического функционирования электроэнергетических систем», утв. Постановлением правительства от 13.08.2018 № 937 (ПТФ ЭЭС)

Поручение Минэнерго РФ разработать и утвердить

В 6-месячный срок:

- Правила взаимодействия субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при подготовке, выдаче и выполнении заданий по настройке устройств релейной защиты и автоматики
- Правила технического учета и анализа функционирования релейной защиты и автоматики
- Требования к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики классом напряжения 110 кВ и выше устройствами и комплексами релейной защиты и автоматики, а также к принципам функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики
- Требования к каналам связи для функционирования релейной защиты и автоматики

В 12-месячный срок:

- Правила технического обслуживания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики
- Правила создания (модернизации) комплексов и устройств релейной защиты и автоматики в энергосистеме

В 18-месячный срок:

- Правила взаимодействия субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии по вопросам координации уровней токов короткого замыкания
- Требования к релейной защите и автоматике различных видов и ее функционированию в составе энергосистемы

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

Спасибо за внимание

Жуков Андрей Васильевич

Контактная информация: zhukov@so-ups.ru, (495) 627-83-06