



МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ  
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ  
СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
СЕВЕРО-ЗАПАДА

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ  
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ  
СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
СЕВЕРО-ЗАПАДА  
КОРПОРАТИВНЫЙ



**ПРЕЗЕНТАЦИОННЫЙ ДЕНЬ**

**ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ  
КОМПЛЕКСОВ РЕЛЕЙНОЙ  
ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ  
В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ  
СЕТЯХ 6–35 кВ  
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ  
РАБОТЫ НЕЙТРАЛИ**

**КАТАЛОГ  
УЧАСТНИКОВ**

**20 июня 2017 года**  
Санкт-Петербург

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР И ОРГАНИЗАТОР



## Содержание

<b>ООО НПП «ЭКРА»</b> .....	<b>3</b>
Особенности построения комплексов релейной защиты и автоматики в распределительных сетях 6–35 кВ на базе терминалов БЭ2502	
<b>ЗАО «Чебоксарский электроаппаратный завод»</b> .....	<b>6</b>
Устройства РЗА производства ЗАО «ЧЭАЗ» для распределительных сетей 6–35 кВ с различными видами заземления нейтрали	
<b>ЗАО «РАДИУС Автоматика»</b> .....	<b>9</b>
Комплексные решения ЗАО «РАДИУС Автоматика» для реализации защит от однофазных замыканий на землю и междуфазных коротких замыканий в распределительных сетях 6–35 кВ	
<b>ООО «Релематика»</b> .....	<b>13</b>
Комплексные решения задач распределительных сетей 6–35 кВ на базе устройств ООО «Релематика»	
<b>ООО «НПП Бреслер»</b> .....	<b>17</b>
Централизованная система защит от однофазных замыканий на землю в сетях 6–35 кВ на базе оборудования «НПП Бреслер»	
<b>ООО «НТЦ «Механотроника»</b> .....	<b>20</b>
«Реализация релейной защиты от междуфазных коротких замыканий в новом микропроцессорном устройстве для РУ 6-10 кВ БМРЗ-50. Набор токовых защит для схем с переменным оперативным током, питанием от цепей ТТ и выключателей с дешунтированием токовых отключающих катушек»	
<b>ООО «РЗА СИСТЕМЗ»</b> .....	<b>22</b>
Применение устройств серии РС83, РС830 для выполнения селективной защиты сетей 6–35 кВ со встроенными дополнительными функциями ОМП и оптической дуговой защиты	
<b>ООО Внедренческое предприятие «Наука, техника, бизнес в энергетике»</b> .....	<b>24</b>
Система определения поврежденного фидера при замыканиях на землю в сетях 3-35 кВ, селективно работающая как при точной настройке дугогасящих реакторов в резонанс, так и при полном подавлении токов ОЗЗ	
<b>ООО «ПАРМА»</b> .....	<b>32</b>
Современный многофункциональный аналогово-цифровой РАС	
<b>ООО «СВЕЙ»</b> .....	<b>34</b>
Построение системы регистрации аварийных событий и системы мониторинга переходных режимов на базе ПТК «АУРА-07» производства ООО «СВЕЙ»	
<b>АО «РТСофт»</b> .....	<b>38</b>
Создание системы мониторинга устройств РЗА в распределительных сетях 6–35 кВ	
<b>ООО «КомплектПоставка»</b> .....	<b>43</b>
Индикаторы короткого замыкания для ВЛ Horstmann. Определение мест межфазных замыканий и однофазных замыканий на землю. Построение систем для удаленного мониторинга и сигнализации на базе ИК3 SMART NAVIGATOR.	
<b>ООО МНПП «АНТРАКС»</b> .....	<b>45</b>
Система мониторинга с определением ОЗЗ в сетях 6–35 кВ с компенсированной и изолированной нейтралью	
<b>АО «НПФ «Радио-Сервис»</b> .....	<b>52</b>
Поиск замыканий на ВЛ и КЛ. Приборы электробезопасности для диагностики электроустановок	

## ООО НПП «ЭКРА»

Россия, 428020, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 3, пом. 541

Тел.: +7 (8352) 22-01-10

ekra@ekra.ru

[www.ekra.ru](http://www.ekra.ru)



### О компании

НПП «ЭКРА» осуществляет:

- проведение НИОКР;
- проектные работы;
- производство полного цикла:
  - шкафов микропроцессорных устройств защиты и автоматики для электростанций и подстанций;
  - АСУ ТП энергообъектов;
  - низковольтных комплектных устройств (НКУ), в т.ч. систем оперативного постоянного тока, щитов собственных нужд 0,4 кВ;
  - преобразователей частоты и систем плавного пуска электродвигателей напряжением 3..15 кВ мощностью до 25 МВт;
  - статических возбудителей для синхронных двигателей мощностью до 12,5 МВт;
  - шкафов ВЧ связи;
- шеф-наладку на объекте;
- обучение;
- гарантийное и сервисное обслуживание.



## Особенности построения комплексов релейной защиты и автоматики в распределительных сетях 6–35 кВ на базе терминалов БЭ2502

Начиная с 2006 г. на ООО НПП «ЭКРА» был освоен выпуск цифровых терминалов релейной защиты на микропроцессорной элементной базе новой серии БЭ2502 для защит оборудования класса напряжения 6–35 кВ. Первоначально линейка терминалов БЭ2502 была представлена четырьмя типоразличиями: БЭ2502А01 – защиты фидера, БЭ2502А02 – защиты секционного выключателя, БЭ2502А03 – защиты вводного выключателя, БЭ2502А04 – контроля трансформатора напряжения.

Основной объем выпускаемых терминалов БЭ2502 поставляется для установки в ячейки КРУ и КСО, как наиболее часто применяемые на присоединениях энергообъектов класса напряжений 6–10 кВ. Для ускорения работ, связанных с проектированием таких энергообъектов, в 2007 г. совместно с филиалом «Энергосетьпроект-НН-СЭЦ» ЗАО «Группы компаний «Электроцит-ТМ-Самара» был разработан альбом схем ячеек КРУ по типовой привязке терминалов БЭ2502.

Одновременно с этим на предприятии в короткие сроки была проведена разработка новой серии типовых шкафов ШЭ2607 для понижающих подстанций с комплексным применением в них терминалов БЭ2704 и БЭ2502. В 2007–2008 гг. были выпущены шкафы серии ШЭ2607 150, ШЭ2607 160, ШЭ2607 170, ШЭ2607 180.

Сегодня номенклатура содержит более 40 типов шкафов 20 типов терминалов БЭ2502, удовлетворяющих различным требованиям потребителей. По заказу проектных организаций могут быть разработаны исполнения с необходимым набором терминалов из имеющихся типов.

Постоянно ведётся работа в направлении улучшения алгоритмов работы релейной защиты в терминалах БЭ2502. Терминалы обеспечивают возможность записи гибкой логики, которая позволяет максимально учесть все условия для удобства эксплуатации и предотвращения аварийной ситуации непосредственно на данном объекте.

С конца 2012 г. терминалы серии БЭ2502 были переведены на новую аппаратную платформу с главной целью поддержки стандарта МЭК 61850. Использование в стандарте МЭК 61850 технологий высокоскоростной передачи информации (Ethernet) позволяет сократить затраты на монтаж и установку информационной сети, поскольку отпадает необходимость в большом количестве медных проводов. Основными протоколами передачи данных, согласно стандарту МЭК 61850, являются протоколы MMS и GOOSE. MMS используется для передачи данных от терминалов РЗА в SCADA-систему для дальнейшей визуализации, а GOOSE — для обмена данными между терминалами.

Терминалы БЭ2502 могут выполнять функцию контроллера ячейки, предназначенную для организации управления коммутационным оборудованием (выключателем, выкатным элементом, заземляющим ножом) с применением цифровых каналов связи (с поддержкой стандарта МЭК 61850-8-1) с одновременным выполнением функций РЗА. Устройства обеспечивают: организацию пользовательских алгоритмов (в том числе и оперативных блокировок), сбор, регистрацию и передачу по цифровым каналам связи дискретных и аналоговых сигналов, отображение состояния коммутационных аппаратов присоединения в виде мнемосхемы на дисплее терминала, запись осциллограмм и их передачу по цифровым каналам связи.

В настоящее время устройства РЗА представлены терминалами двух модификаций: БЭ2502А и БЭ2502Б (рис. 1).

Рис. 1. Внешний вид терминалов БЭ2502.



Таблица 1. Основные сравнительные характеристики терминалов БЭ2502.

БЭ2502А		БЭ2502Б
<ul style="list-style-type: none"> <li>- до 8 аналоговых входов (4/4U, 3/5U, 3/0U, 6/2U)</li> <li>- 24 дискр. вх./19 вых. реле</li> <li>- 16 светодиодов/8 эл. ключей или 24 светодиода, кнопки управления и съёма сигнализации</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- до 8 аналоговых входов (4/4U, 3/5U, 3/0U, 6/2U)</li> <li>- 32 вх./21 вых. (или 16 вх./37 вых.; 24 вх./29 вых.)</li> <li>- 32 светодиода/16 эл. ключей или 48 светодиодов</li> </ul>
Кол-во и тип портов (без поддержки МЭК 61850): -USB (на лицевой панели); - 2*TTL (RS485).	Кол-во и тип портов (с поддержкой МЭК 61850): USB (на лицевой панели); - 1*TTL (RS485); - 2*Ethernet (RJ45/MTRJ/LC); - 1*PPS (оптика).	Кол-во и тип портов: -USB (на лицевой панели); - 2*TTL (RS485); - 2*Ethernet (RJ45/MTRJ); - 1*PPS (оптика).
Поддерживаемые протоколы: SPAbus, МЭК60870-5-103, Modbus* (с применением БЭ2003)	Поддерживаемые протоколы: SPAbus, МЭК60870-5-103, Modbus* (с применением БЭ2003), МЭК61850-8-1	Поддерживаемые протоколы: SPAbus, МЭК60870-5-103, Modbus* (с применением БЭ2003), МЭК61850-8-1
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 групп уставок</li> <li>- До 3000 с записей осциллограмм</li> <li>- Поддержка МЭК 61850-8-1 (MMS, GOOSE)</li> <li>- Готовность к работе менее 2 с</li> </ul>		

## **ЗАО «Чебоксарский электроаппаратный завод»**

Россия, 428000, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 5  
Тел.: +7 (8352) 39-59-12, 39-52-72  
cheaz@cheaz.ru

**www.cheaz.ru, rza.cheaz.ru**



### **О компании**

Группа компаний «ЧЭАЗ» решает комплексные задачи по строительству и реконструкции систем распределения электроэнергии от проектирования до сдачи объекта «под ключ».

ЗАО «ЧЭАЗ» является традиционным поставщиком станционного и подстанционного оборудования для объектов энергетики и электроснабжения предприятий различных отраслей промышленности.

Одним из основных направлений деятельности завода является производство аппаратуры РЗА трех поколений: электромеханических, микроэлектронных и микропроцессорных. В части микропроцессорных устройств РЗА ЗАО «ЧЭАЗ» выполняет разработку, проектирование, изготовление, наладку, сервисное обслуживание и обучение специалистов по РЗА.



## Устройства РЗА производства ЗАО «ЧЭАЗ» для распределительных сетей 6–35 кВ с различными видами заземления нейтрали

ЗАО «ЧЭАЗ» уже более 10 лет успешно занимается разработкой микропроцессорных устройств РЗА серии БЭМП для присоединений среднего класса напряжений 6–35 кВ. За это время разработчиками накоплен огромный опыт, примененный при построении логики типовых исполнений. Устройства БЭМП учитывают все особенности сети. Высокие технические характеристики и современные схемотехнические решения сделали по-настоящему надежное устройство РЗА со сроком службы не менее 25 лет.

Для многих сетевых предприятий, имеющих на своем балансе сети 6–35 кВ, острым вопросом является вопрос о виде заземления нейтрали своих сетей.

В свете сложившейся ситуации задачей разработчика и производителя защит от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) является предложение таких устройств РЗА, которые при минимальном дополнительном первичном и вторичном оборудовании и при минимальных требованиях к этому оборудованию, могли бы обеспечить правильное определение ОЗЗ на поврежденном элементе сети.

Указанные устройства РЗА должны действовать без переключений, оказывающих влияние на электроснабжение потребителя, и при минимуме участия дежурного и оперативного персонала.

Наибольшее количество повреждений в элементах снабжения и потребления электроэнергии сетей 6–35 кВ приходится на линии электропередачи. Однофазное замыкание на землю является наиболее частым повреждением в этом потоке аварийных режимов. Для сетей с изолированной и компенсированной нейтралью режим ОЗЗ не сказывается на снабжении потребителей, так как треугольник междуфазных напряжений при ОЗЗ не нарушается. Часто этот режим является кратковременным и незаметным для обслуживающего персонала распределительных сетей, поскольку замыкания могут быть дуговыми и самоустраняющимися благодаря самогашению дуги.



Однофазные дуговые замыкания связаны с существованием перенапряжений, сопровождающих этот вид замыкания и охватывающих всю сеть. Длительное горение дуги приводит к повреждению изоляции и является отрицательным фактором этого режима. В случаях самовосстановления изоляции в месте горения дуги остаются последствия её воздействия и в дальнейшей эксплуатации в ослабленном месте могут возникать повторные пробои. Поэтому важным является своевременное определение поврежденного элемента сети, позволяющего устранить повреждение до перехода его в более сложный вид повреждения, при этом устранение повреждения необходимо произвести без перерыва в электроснабжении потребителей.

Для определения ОЗЗ и поврежденного элемента необходимы соответствующие устройства сигнализации и защиты от ОЗЗ.

Для решения этих задач ЗАО «ЧЭАЗ» имеет набор готовых решений, выпущенных в составе устройств серии БЭМП РУ, предназначенных для подстанций, как на постоянном, так и на переменном оперативном токе.





## ЗАО «РАДИУС Автоматика»

Россия, 124489, г. Москва, г. Зеленоград, Панфиловский пр., д. 10, стр. 3  
Тел.: +7 (495) 663-17-63  
radius@rza.ru  
[www.rza.ru](http://www.rza.ru)



### О компании

ЗАО «РАДИУС Автоматика» является одним из ведущих предприятий России в области проектирования, изготовления и технического обслуживания систем релейной защиты и автоматики.

Предприятие работает на рынке электротехники с 1990 года. На предприятии трудятся более 300 человек, проводится постоянное повышение квалификации кадров, и используются новейшие разработки в области управления производством и обеспечения высокого качества выпускаемой продукции.

Производственная площадка ЗАО «РАДИУС Автоматика» укомплектована наиболее современным технологическим оборудованием в Европе. Система менеджмента качества предприятия сертифицирована на соответствие требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2011 (ISO 9001:2008). ЗАО «РАДИУС Автоматика» имеет свой научно-технический центр, в котором работают 80 научных сотрудников.

Каждая единица оборудования проходит технический контроль как по завершении отдельных производственных стадий, так и при окончательном выпуске из производства, в соответствии с требованиями, изложенными в ТУ, в программах и методиках приемо-сдаточных испытаний. Дополнительно ЗАО «РАДИУС Автоматика» осуществляет текущий контроль выпускаемой продукции на соответствие требованиям по ЭМС на базе собственной лаборатории ЭМС.

Все оборудование, выпускаемое ЗАО «РАДИУС Автоматика», спроектировано с учетом российских климатических условий, а также регламентов по установке, монтажу и наладке. Особое внимание уделяется вопросам удобства обслуживания оборудования, ремонтпригодности и энергоэффективности.



## **Комплексные решения ЗАО «РАДИУС Автоматика» для реализации защит от однофазных замыканий на землю и междуфазных коротких замыканий в распределительных сетях 6–35 кВ**

ЗАО «РАДИУС Автоматика» расположено в Зеленограде под Москвой и является производителем полного цикла устройств и шкафов релейной защиты и автоматики для энергосистем. Основной класс напряжения наших изделий – 6–110 кВ, что полностью соответствует потребностям МРСК. Продукция аттестована в ПАО «Россети» и имеет все необходимые сертификаты.

В номенклатуре предприятия имеются все необходимые устройства для защиты всего класса оборудования напряжением 6–110 кВ – защиты линий, дугогасительных реакторов, мощных двигателей, силовых трансформаторов, шин и ошинок, батареи статических конденсаторов, регулятора напряжения трансформаторов, контроль ТН, автоматика частотной разгрузки, устройства ОМП и другие терминалы.

### **Токовые защиты**

Для решения задач по организации защит отходящих линий, вводов и секционных выключателей предназначены терминалы «Сириус-2-Л» (или «МЛ», если необходимо иметь цепи напряжения), «Сириус-2-В» и «Сириус-2-С» соответственно. Во всех этих терминалах есть несколько ступеней токовой защиты, которые можно использовать в качестве токовой отсечки, МТЗ и защиты от перегрузки по току. Для ступени защиты от перегрузки предусмотрена работа либо на сигнал, либо на отключение выключателя присоединения. Предусмотрены как независимые, так и зависимые времятоковые характеристики МТЗ.

Максимальные токовые защиты, в том числе и токовая отсечка, реализованы в виде нескольких ступеней со своими уставками по току и по времени в каждой ступени. Предусмотрен ввод направленности, а также комбинированного пуска по напряжению в ступенях МТЗ, а также несколько видов зависимых времятоковых характеристик. Формируется сигнал на входное реле «Пуск МТЗ», использующийся для блокировки логической защиты шин у вводного и секционного терминалов.

Применение различных органов направления мощности в разных ступенях позволяет иметь разнонаправленные ступени МТЗ, смотрящие в разные стороны линии со своими уставками. Есть возможность ввода ускорения при включении выключателя в любую ступень МТЗ.

Логическая защита шин позволяет, по сути, реализовать дуговую защиту на токовом принципе и реализуется с применением нескольких терминалов – ввода, секции и отходящих линий. Предпочтительнее последовательная схема блокировки ЛЗШ как имеющая большую защищенность при случайных обрывах цепи блокировки или отключения автомата ее питания. В устройствах реализованы оба вида схемы блокировки ЛЗШ – параллельная и последовательная.

В случае требования иметь ступени дистанционной защиты для отходящих линий, как правило, напряжением 35 кВ, применяется терминал «Сириус-ДЗ-35», содержащий, кроме ступеней МТЗ,

также три ступени ДЗ как с четырехугольной, так и круговой диаграммой сопротивления с возможностью отстройки от токов нагрузочного режима.

### Защиты от 033

В устройствах защиты отходящих линий во всех терминалах применена защита от однофазных замыканий на землю, выполненная по току нулевой последовательности, а в терминалах с цепями напряжения также и по напряжению нулевой последовательности, что позволяет иметь направленную ЗЗЗ. Предусмотрена работа токовой земляной защиты либо по основной частоте 50 Гц, либо по сумме высших гармоник в токе  $3I_0$ . Применяется как ненаправленная ЗЗЗ, так и с органом направления мощности при наличии подведения напряжения  $3U_0$  к устройству. Возможны как независимая, так и зависимые выдержки времени ступеней ЗЗЗ, позволяющие, совместно с дискретным входом «Блокировка ЗЗЗ», реализовать селективное определение или отключение поврежденного присоединения.

Для определения отходящего присоединения с однофазным замыканием на землю в сетях напряжением 6–10 кВ выпускается специальное устройство – «Сириус-033». Оно подключается к напряжению  $3U_0$  двух секций РП или подстанции, а также к ТТНП всех отходящих линий – до 24-х и просто высвечивает на индикаторе номер присоединения с максимальным током  $3I_0$ . Напряжение  $3U_0$  любой секции используется как пусковой орган, путем сравнения их с порогами пуска. Устройство может работать как по основной частоте тока  $3I_0$ , так и по сумме токов высших гармоник в нем, что позволяет применять его в сетях как с чисто изолированной, так и с компенсированной нейтралью.

### Устройства ОМП

Для определения места повреждения при междуфазных замыканиях на воздушных линиях электропередачи выпускается устройство «Сириус-2-ОМП», могущее работать как на линиях с эффективно заземленной, так и с изолированной нейтралью. Устройство позволяет с помощью уставок описывать линию моделью с разбиением линии на отдельные участки с одинаковыми параметрами. Такой подход повышает точность ОМП.

### Дифференциальные защиты

На терминале «Сириус-Т» можно выполнять дифференциальную защиту кабельных перемычек небольшой протяженности. При этом реализуется защита абсолютной селективности с воздействием на выключатели двух сторон такой линии. В дифзащите предусмотрено торможение от токов сторон от насыщения ТТ при внешних КЗ.

### Компактные терминалы

Относительно новая разработка – компактная серия терминалов «Сириус-К». Это та же аппаратно-программная платформа, только оптимизированная на минимальные габариты и стоимость. В данной серии два терминала: «Сириус-2-Л-К» – универсальный терминал присоединения, а также «Сириус-2-ТН-К» – терминал контроля ТН с сопутствующими функциями, такими как АЧР и ЧАПВ, защита минимального напряжения, ввод резервного источника питания, режим восстановления схемы нормального режима после АВР. Такой подход позволяет на этих двух моделях строить полноценную систему РЗА простых объектов типа РП.

Новый компактный терминал «Сириус-2-Л-К» может применяться в качестве защиты отходящей линии, секционного выключателя и ввода. В отличие от модели «Сириус-2-Л» в нем дополнительно есть вход для напряжения нулевой последовательности, что позволяет реализовывать на нем направленную земляную защиту.

## Дуговые защиты

В номенклатуре предприятия есть устройство дуговой защиты ячейки «Орион-ДЗ», позволяющее защищать до трех изолированных отсеков КРУ. Оптические датчики дуги, контролирующие зажигание дуги в высоковольтных отсеках, подключаются к блоку обработки, расположенному в релейном отсеке, что благоприятно сказывается на помехоустойчивости устройства. Сами же датчики – оптические, поэтому совершенно не подвержены воздействию помех. Такой подход позволяет реализовать принцип полной заводской готовности ячейки с дуговой защитой – за пределы ячейки выходят только электрические связи, без хрупкой оптики.

Все устройства могут обслуживаться единой общей программой «Старт-3», предназначенной для ввода уставок, скачивания архивов событий и срабатываний устройств, мониторинга текущих параметров и просмотра осциллограмм в формате Comtrade. Программа предназначена для обслуживающего и наладочного персонала РЗА и имеется в открытом доступе у нас на сайте.

Все терминалы имеют развитую систему самодиагностики, оповещающую персонал о появлении каких-либо неисправностей как самого терминала, так и обслуживаемого им оборудования.

По заказу терминалы «Сириус» могут поставляться с протоколом связи МЭК 61850 как с оптическими разъемами, так и для проводного монтажа медным кабелем по витой паре с разъемами RJ-45. Там, где это не требуется, может применяться более дешевое исполнение с портами связи RS485.

На интернет-сайте предприятия доступны типовые проектные решения для разных видов продукции и оборудования, а при необходимости, по запросу проектировщиков, мы высылаем заказчикам схемы привязки для нестандартных вариантов.

Продукция «ЗАО «РАДИУС Автоматика» широко представлена на карте страны – ее применяют энергосетевые предприятия от Калининграда и Кубани до Магадана и Сахалина, компании газо- и нефтедобычи в Западной Сибири, ГОКи Кузбасса, Московский метрополитен и другие крупные предприятия.

На территории предприятия имеется оборудованный учебный класс, в котором ежемесячно для всех желающих специалистов заказчиков проводятся бесплатные курсы по обучению наладке и эксплуатации нашей продукции. В учебном классе используется стенд, имитирующий подстанцию с моделью части подстанции 110/10 кВ с возможностью ввода в нее различных неисправностей, например, коротких замыканий, отказов выключателя и т.д., и показом реакции на них терминалов РЗА. Все терминалы стенда общаются между собой по GOOSE-сообщениям и подключены к АСУ.

## ООО «Релематика»

Россия, 428020, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 1

Тел.: +7 (8352) 24-06-50

Факс: +7 (8352) 24-02-43

info@relematika.ru

[www.relematika.ru](http://www.relematika.ru)



# Релематика

### О компании

ООО «Релематика» – один из ведущих российских разработчиков и производителей микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики, а также программных и программно-технических комплексов для нужд электроэнергетики.

#### Основные направления деятельности:

- разработка, производство, поставка и пуско-наладка микропроцессорных устройств и комплексов релейной защиты и автоматики для энергообъектов всех классов напряжений;
- фундаментальные научные исследования в области энергетики;
- разработка, внедрение инженерного и сервисного программного обеспечения для нужд служб РЗА;
- разработка, внедрение программных и программно-технических комплексов, АСУ энергообъекта.

Качество продукции обеспечивается собственным высокотехнологичным производством, в частности современной линией по поверхностному монтажу печатных плат, 100% входным контролем комплектующих и 100% выходным контролем готовой продукции. Система менеджмента качества сертифицирована и соответствует требованиям стандарта ИСО 9001:2008.

Продукция имеет необходимые сертификаты «Россетей», «Газпрома», «НК «Роснефть», «АК «Транснефть», Госкорпорации «Росатом», РЖД и др.



## Комплексные решения задач распределительных сетей 6–35 кВ на базе устройств ООО «Релематика»

Компания «Релематика» известна комплексным подходом к решению проблем, возникающих у служб РЗА распределительных сетей. Все решения направлены на увеличение надежности электроснабжения потребителей при минимизации работ по обслуживанию устройств. Учитывая специфику конкретной сети, может быть выбрано наиболее подходящее решение для защиты от ОЗЗ, междуфазных КЗ и ОМП.

### Защита от дуговых замыканий

«ЗДЗ-01» – защита от дуговых замыканий, реализованная на оптическом принципе. Один комплект на ячейку КРУ состоит из МП блока «БКР-1» и 4-х датчиков, устанавливаемых внутрь отсеков ячейки. Для защиты характерен полный цикл самодиагностики, включающий диагностику линий связи с датчиками и автоматическую проверку датчиков световой вспышкой. Это позволяет проводить обслуживание «ЗДЗ-01» только по сигналу неисправности от системы диагностики. «ЗДЗ-01» защищена от загрязнения и деградации светочувствительных характеристик в течение всего срока службы устройства. Все вышесказанное определяет невысокую стоимость оснащения и эксплуатации «ЗДЗ-01» по сравнению с системами на основе оптоволоконна.



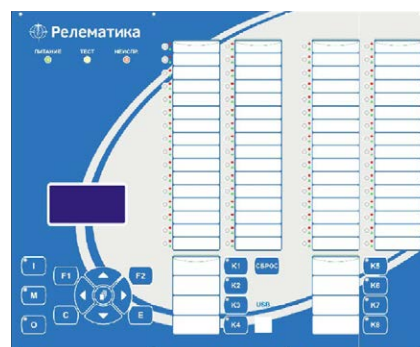
### Защита фидера от ОЗЗ

«ТОР 110-ИЗН» – терминал определения и отключения ОЗЗ на фидере с функцией технологического амперметра. Для определения ОЗЗ используется классический и волновой принцип, что позволяет выявить ОЗЗ на защищаемом фидере со 100% точностью независимо от режима заземления нейтрали сети. «ТОР 110-ИЗН» подает сигнал в цепи сигнализации и в цепи отключения с разными выдержками времени. Использование устройства снимает необходимость в поиске присоединения с ОЗЗ методом последовательного отключения присоединений. Устройство разработано в рамках НИОКР 2012 года и получило премию «Золотой киловатт». Успешно применяется на «проблемных» присоединениях для реализации индивидуальной защиты от ОЗЗ.



## Централизованная защита от ОЗЗ

«ТОР 300 Л 53х» – терминал централизованной защиты секции или двух секций от замыканий на землю. Принимая токи  $3I_0$  присоединений одной или двух секций, терминал организует ТНЗНП присоединений, обеспечивает определение присоединений с ОЗЗ с возможностью отключения. Две модификации терминала позволяют осуществить централизованную защиту от ОЗЗ на 10 и на 22 присоединения.



## Терминалы ОМП

«ТОР 300 ЛОК» – терминал определения места повреждения отходящих кабельных и воздушных линий. При междупазных и трехфазных замыканиях терминал ведет расчет места повреждения по предварительно заданной схеме сети с учетом отпаяк, параллельных линий и нагрузки. Отчет ОМП содержит расстояние в километрах, вид повреждения, значения токов в момент КЗ и величину переходного сопротивления. Один терминал «ТОР 300 ЛОК» может одновременно выполнять функцию ОМП четырех линий с точностью до 4%. Также функция ОМП может быть выполнена в составе терминала РЗА линий.



## Распределенная система ОМП

«ГИС ОМП» – геоинформационная система определения места повреждения, основанная на специализированных датчиках «ИПВЛ». Датчики крепятся на фазные провода в местах отпаяк, на границах балансной принадлежности, на переходах ВЛ через реки, дороги и проч. и фиксируют прохождение тока КЗ или наличие ОЗЗ. Информация с датчиков собирается на АРМ оператора и отображается с привязкой к карте местности, позволяя автоматически выявить поврежденный участок сети в течение 5 минут. Система распределенного ОМП на датчиках существенно сокращает время на поиск поврежденного участка и время восстановления электроснабжения потребителей.



## Централизация функций МП устройств РЗА 6–35 кВ

Современное МП устройство РЗА, помимо основной, способно выполнять функции различных приборов. Устройства серии «ТОР 300» способны вместить в себе одновременно три прибора: терминал РЗА, контроллер присоединения (ячейки) и устройство телемеханики. Помимо выполнения защитных функций «ТОР 300» реализует автоматику управления коммутационными аппаратами с логикой оперативных блокировок, а также измеряет основные параметры сети с высокой точностью (0,2%). Терминалы внесены в Государственный реестр средств измерения, осуществляют сбор и передачу аналоговой и дискретной информации (в т.ч. от стороннего оборудования) в системы АСУ и ССПИ. Такой подход позволяет минимизировать количество используемого оборудования, что положительно сказывается на конечной стоимости.





## ООО «НПП Бреслер»

Россия, 428034, г. Чебоксары, Ядринское шоссе, д. 4 В  
Тел.: +7 (8352) 36-73-33, 23-77-55  
info@bresler.ru  
[www.bresler.ru](http://www.bresler.ru)



## ООО «Инбрэс»

Дочернее предприятие ООО «НПП Бреслер»

428018, Чувашская республика,  
г. Чебоксары, ул. Афанасьева, д. 13, оф. 2  
[www.inbres.ru](http://www.inbres.ru)



### О компании

«НПП Бреслер» работает в электроэнергетической промышленности на протяжении 25 лет. Компания была основана в 1992 году коллективом специалистов, одним из первых в СССР, выполнившим опытную разработку микропроцессорной защиты генератора для атомных подводных лодок.

ООО «ИНБРЭС» – дочернее предприятие ООО «НПП Бреслер» – производственно-инжиниринговая компания, созданная для продвижения и внедрения комплексных решений на базе оборудования «НПП Бреслер» – ведущего отечественного разработчика и производителя устройств релейной защиты, автоматизации, программного обеспечения для энергетики.

В настоящее время «НПП Бреслер» последовательно расширяет сферу своей деятельности, географию и спектр услуг, располагает квалифицированными инженерными кадрами, высокотехнологичным производством и занимает прочные позиции на электроэнергетическом рынке России.

На сегодняшний день подписание контракта с ООО «НПП Бреслер» предоставляет клиенту полный пакет услуг: от разработки инвестиционного проекта до его реализации и последующего обслуживания этапов. Все предлагаемые технические решения «НПП Бреслер» получили положительную оценку в ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «Россети», ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «НК «Роснефть» и др.

Уникальный опыт, накопленный «НПП Бреслер» за годы бесперебойной работы, позволяет успешно реализовать самые сложные и ответственные проекты.

Российские и зарубежные компании, заинтересованные в поиске комплексных решений, по достоинству ценят ООО «НПП Бреслер» как компетентного и надежного партнера в решении наукоемких задач релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.



## Централизованная система защит от однофазных замыканий на землю в сетях 6–35 кВ на базе оборудования «НПП Бреслер»

Люди настолько привыкли к электрической энергии, что нарушение электроснабжения воспринимается не только как техническая проблема, а еще и как социальное потрясение. В этой связи задачи быстрого выявления и устранения повреждений становятся все более актуальными.

В распределительных электрических сетях 80-90% повреждений – это однофазные замыкания на землю (ОЗЗ). Выявление этих повреждений – сложная задача не только в практическом, но и в теоретическом плане. Сложность обусловлена как особым режимом нейтрали сетей 6–35 кВ, так и разнообразием видов ОЗЗ.

Проблемы, связанные с построением селективных защит от ОЗЗ в распределительных электрических сетях с изолированной нейтралью, общеизвестны. При переходе на другой режим нейтрали (заземление нейтрали через дугогасящий реактор, резистор или комбинированные цепи) во многих случаях эти проблемы не исчезают полностью, а трансформируются в другие, и вместе с ними возникают новые, обусловленные особенностями новых режимов нейтрали.

Созданная с учетом этого система защиты от ОЗЗ с функцией определения поврежденного присоединения (ОПФ) выполняет в полной мере свои задачи при всех видах заземления нейтрали сети (рис. 1).

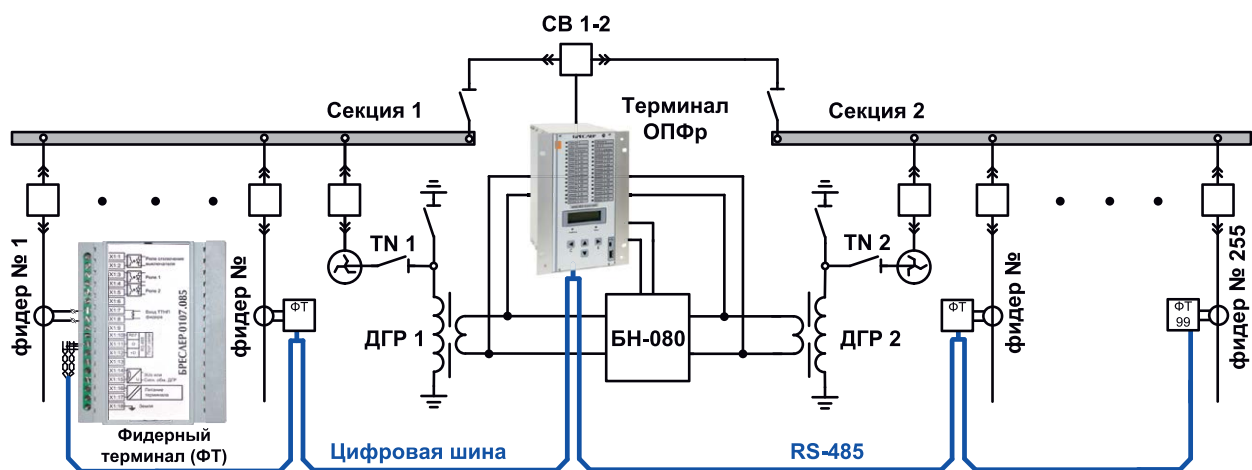


Рис. 1. Структурная схема централизованной защиты от ОЗЗ с функцией ОПФ с наложением тока на контролируемую цепь через дополнительные обмотки дугогасящих реакторов.

Ее особенность заключается в том, что в ней реализовано несколько методов выявления присоединения с ОЗЗ:

- по току промышленной частоты;
- по составляющим тока переходного процесса;
- по направлению мощности нулевой последовательности;
- по высшим гармоническим составляющим в токе нулевой последовательности;
- по наложенному току в контуре нулевой последовательности с частотой, отличной от основной.

Некоторые из них имеют методические ограничения, при реализации других предъявляются повышенные требования к фиксирующей аппаратуре и первичным датчикам тока нулевой последовательности. Поэтому повышенные показатели свойств защиты достигаются в системе, где используются наилучшие характеристики всех реализованных методов.

При совместной работе защиты с автоматикой управления дугогасящими реакторами, выпускаемой «НПП Бреслер» и имеющей в своем составе блок наложения на контур нулевой последовательности сети тестового сигнала, этот блок дополнительно используется и для решения задачи ОПФ по методу наложения.

Защита начинает действовать, если измеряемое напряжение нулевой последовательности в сети превышает установленное пороговое значение. При этом начинается отсчет выдержки времени на срабатывание, по окончании которой констатируется факт возникновения однофазного замыкания на землю на секции.

По факту появления признака возникновения ОЗЗ начинает действовать программа определения поврежденного фидера и при определенных условиях вводится в работу блок наложения тока на контур нулевой последовательности.

В периферийных (фидерных) терминалах фиксируются токи нулевой последовательности каждого фидера, оцифровываются с помощью АЦП, проходят через цифровые DFT-фильтры, которыми выделяются отдельные составляющие тока. Затем обработанная информация по цифровым каналам связи поступает в центральный терминал.

Решение о том, какой фидер поврежден, принимается на основе анализа данных, получаемых по всем алгоритмам с учетом всей доступной информации, поступающей в центральный терминал от фидерных терминалов.

Следует отметить, что практически при всех алгоритмах нужны хорошие датчики тока нулевой последовательности. В «НПП Бреслер» были проведены исследования широко используемых трансформаторов тока нулевой последовательности (ТТНП). В результате исследований установлено, что ТТНП имеют просто огромные погрешности, и не могут использоваться как полноценные датчики в микропроцессорных защитах. По результатам исследований разработаны рекомендации по совершенствованию, и в настоящее время ООО «НПП Бреслер» выпускаются ТТНП с улучшенными характеристиками. Их погрешности, по крайней мере, приемлемы для реализации основных алгоритмов селективных защит от ОЗЗ.

Защита от ОЗЗ с функцией ОПФ и автоматика ДГР удобно компонуются в одном шкафу. Используется общий блок наложения тестового сигнала, значительно упрощаются электрические цепи блокировок. Один комбинированный шкаф обеспечивает управление двумя ДГР и защиту от ОЗЗ в сети, содержащей 28 фидеров.

Все это, безусловно, дает существенные инженерно-экономические преимущества для повышения надежности электроснабжения. Вместе с этим удается снизить общую стоимость оборудования, которое в целом выполняет все необходимые функции.

## ООО «НТЦ «Механотроника»

Россия, 198206, г. Санкт-Петербург, ул. Пионерстроя, д. 23А  
Тел.: +7 (812) 244-70-15 (многоканальный),  
8 (800) 250-63-60  
Факс: +7 (812) 654-35-83  
info@mtrele.ru  
[www.mtrele.ru](http://www.mtrele.ru)

 **МЕХАНОТРОНИКА**  
Интеллектуальные устройства релейной защиты

### О компании

Научно-технический центр «Механотроника» – российский технологический лидер в релейной защите и автоматике.

НТЦ «Механотроника» первым в России разработал и приступил к серийному выпуску микропроцессорных устройств релейной защиты и на протяжении 27 лет является инновационным разработчиком и надежным поставщиком интеллектуальных устройств и решений на рынок России и стран СНГ.



## **«Реализация релейной защиты от междуфазных коротких замыканий в новом микропроцессорном устройстве для РУ 6–10 кВ БМРЗ-50. Набор токовых защит для схем с переменным оперативным током, питанием от цепей ТТ и выключателей с дешунтированием токовых отключающих катушек»**

Устройство релейной защиты БМРЗ-50 применяется для защиты вводов, секционных выключателей, отходящих линий и трансформаторов 6-10кВ. Отличительной особенностью БМРЗ-50 является его способность работать с высоковольтными выключателями, оснащенными токовыми соленоидами отключения. Два мощных специализированных реле дешунтирования способны коммутировать отключающий ток до 150А.

Блок снабжен, помимо энергонезависимой флеш-памяти для хранения аварийной информации, пятью электромеханическими индикаторами срабатывания, которые позволяют узнать причину отключения без подачи опертока.

Для конфигурации устройства применяется стандартный программный инструмент, единый для всей продукции НТЦ «Механотроника» – «Конфигуратор-МТ». Подключение компьютера осуществляется через лицевой разъем USB, через него же происходит питание БМРЗ-50.

## ООО «РЗА СИСТЕМЗ»

Россия, 109428, г. Москва, Рязанский пр., д. 24, корп. 2  
Тел: +7 (495) 232-12-35  
commerce@rzasystems.ru

[www.rzasystems.ru](http://www.rzasystems.ru)



### О компании

Компания «РЗА СИСТЕМЗ» является разработчиком и производителем современных устройств релейной защиты и автоматики и предлагает полный спектр услуг в области создания систем релейной защиты и автоматики для трансформаторных подстанций, распределительных пунктов и электрических сетей 6-110 кВ, включая выполнение проектных работ и сопровождения строительства объектов.

Мы производим как простые реле тока (РС40, РС80) и устройства автоматики (АПВ, АВР, РЗТ, ЗЗН и др.), так и микропроцессорные терминалы релейной защиты, удовлетворяющие самым высоким современным требованиям.

Идеология построения наших устройств базируется на классических принципах отечественной школы релейной защиты, поэтому организация выполнения основных функций РЗА, привязки устройств выбора уставок осуществляется традиционными методами и обычно не вызывают затруднений. Для сложных защит, таких как дифференциальная защита трансформатора РС83-ДТ, дополнительно разработана методика выбора уставок и программа автоматизации уставок на языке Excel, которые учитывают особенности устройства и облегчают выполнение расчетов.

На базе наших устройств строятся эффективные схемы релейной защиты всех элементов сетей (трансформатор, ввод, секционный выключатель, линия, автоматика РПН и др.).

Являясь отечественным разработчиком и производителем устройств и систем релейной защиты и автоматики, мы можем наиболее полно учесть особенности наших сетей и пожелания потребителей.



## **Применение устройств серии РС83, РС830 для выполнения селективной защиты сетей 6–35 кВ со встроенными дополнительными функциями ОМП и оптической дуговой защиты**

Защита от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью терминалами микропроцессорных защит серии РС83, РС830 обладает:

- Высокой чувствительностью измерительного органа  $I/0$  – от 0,004 до 1,0 А;
- Возможностью работы защиты по дополнительному условию пуска по напряжению нулевой последовательности;
- Реализацией направленности защиты от однофазных замыканий на землю с ее сохранением при малых токах 4–10 мА.

Защита от междуфазных коротких замыканий терминалами микропроцессорных защит серии РС83 в сетях 6–35 кВ обеспечивает:

- Гарантированное обеспечение работы основных защит (ТО, МТЗ) без использования дополнительного источника питания на объектах с оперативным напряжением переменного тока;
- Реализацию встроенной функции ОМП в терминале РС83-АВ2 при установке для защиты линии;
- Обеспечение селективной оптической дуговой защиты, встроенной в терминалы серии РС83;
- Использование микропроцессорного терминала защиты РС830-ДЗ для обеспечения ДЗ, ТО, МТЗ, ОМП, контроля синхронизма.

Эксплуатационные особенности микропроцессорных устройств серии РС83, РС830:

- Простота в настройке;
- Удобство обслуживания;
- Гарантия;
- Простое и интуитивно понятное программное обеспечение «Codis», «MONITOR-PC830»;
- Дистанционное управление.

## ООО Внедренческое предприятие «Наука, техника, бизнес в энергетике»

Россия, 620138, г. Екатеринбург, ул. Чистопольская, д. 4, оф. 12  
 Тел.: +7 (343) 310-86-74, 310-86-75  
 ntbe@ural.ru

[www.ntbe.ru](http://www.ntbe.ru)



### О компании

ООО Внедренческое предприятие «Наука, техника, бизнес в энергетике» (ООО ВП «НТБЭ») основано в декабре 1991 года по инициативе и при поддержке ОАО «Свердловэнерго». Основное направление деятельности предприятия – изготовление и поставка специализированного технологического оборудования, автоматических устройств и приборов контроля для эксплуатации электрической части энергообъектов.

Компания на протяжении 26 лет осуществляет комплексный подход к решению задачи достижения максимальной эффективности компенсации тока замыкания на землю (ОЗЗ) в сетях 6–35 кВ, включающий в себя разработку и производство силового оборудования, автоматики управления, а также регистрирующей, сигнализирующей, либо отключающей дефектные присоединения аппаратуры.

Именно благодаря такому подходу оборудование ВП «НТБЭ» в настоящее время значительно превосходит существующие аналоги.

Дугогасящие реакторы серии РДМР мощностью 100–2000 кВА совместно с автоматикой управления УАРК-105 аттестованы и рекомендованы для применения на ДЗО ПАО «Россети» (протокол №ИПД-27/17 от 13.04.2017).



*Дугогасящий реактор РДМР*



*Устройство регулирования  
УАРК-105*



*Система определения  
поврежденного фидера*



## Система определения поврежденного фидера при замыканиях на землю в сетях 3–35 кВ, селективно работающая как при точной настройке дугогасящих реакторов в резонанс, так и при полном подавлении токов ОЗЗ

### Структура системы

Система состоит из дугогасящего реактора (ДГР) типа РДМР, присоединительного трансформатора ТМПС и шкафа автоматики с устройством автоматического регулирования токов компенсации УАРК-105. Шкаф автоматики может также оснащаться блоком БКВН, позволяющим работать без смещения нейтрали с высокой точностью настройки реактора в резонанс (менее 1%).

Кроме этого, в шкафу автоматики может быть предусмотрена панель оператора системы определения поврежденного фидера (ОПФ), служащая для просмотра информации (от терминала ОПФ) об ОЗЗ на контролируемых системой отходящих фидерах в сети 6–35 кВ.

### Дугогасящие реакторы



ВП «НТБЭ» производит широкую линейку ДГР типа РДМР мощностью от 100 до 2000 кВА для компенсации емкостных токов от 2 до 500 А в сетях 6, 10, 20 и 35 кВ. Дугогасящий реактор предназначен для минимизации последствий самого частого вида повреждений в распределительной сети – последствий однофазных замыканий на землю.

Реактор обеспечивает надежную компенсацию (минимизацию) токов, возникающих при металлических ОЗЗ. При дуговых же ОЗЗ дугогасящий реактор способствует созданию условий, обеспечивающих быстрое самопогасание электрической дуги в месте её возникновения.

Надежность работы дугогасящего реактора РДМР подтверждается большими сроками работы в уже существующих сетях (более 30-ти лет). Кроме того, вносимые производителем изменения в конструкцию реактора позволяют увеличивать диапазон регулирования его индуктивного тока. На сегодняшний день кратность регулирования достигает двадцати, что, с одной стороны, позволяет устанавливать дугогасящий реактор РДМР на подстанциях с небольшой величиной емкостного тока, с другой стороны, обеспечивает существенный запас по мощности реактора при дальнейшем развитии сети.

На сегодняшний день к применению на объектах АО «НТЦ ФСК ЕЭС» и ПАО «Россети» рекомендована вся линейка дугогасящих реакторов типа РДМР номинальной мощностью от 100 до 2000 кВА с устройствами УАРК-105, что является подтверждением высокого качества выпускаемой нашей компанией продукции.

### Устройство автоматического регулирования токов компенсации УАРК-105



Устройство предназначено для настройки контура нулевой последовательности сети (КНПС) и определения емкостного тока в компенсированных сетях 6-35 кВ с плунжерными реакторами, а также в сетях с комбинированным способом заземления нейтрали.

Основные функции УАРК-105:

- Амплитудно-фазовый метод настройки, позволяющий обеспечить высокую точность настройки плунжерного реактора менее 1%, при зоне нечувствительности менее 1%.
- Автоматическая самонастройка прибора при наладке (снятие резонансной характеристики).
- Автоматическое определение механических параметров плунжерного ДГР для повышения точности регулирования.
- Автоматическая перенастройка прибора в сетях с неустойчивой фазой и амплитудой естественного напряжения смещения нейтрали.
- Устойчивая работа в сетях с низкой добротностью ( $Q$ ) вплоть до  $Q = 3-5$  (резистор параллельно дугогасящему реактору (ДГР) или слабая (некачественная) изоляция фаз сети).
- Высокая информативность прибора, позволяющая производить подробный анализ событий при любых нарушениях нормальной работы.

- Автоматическая настройка плунжерного ДГР на резонансный режим при допустимой степени искусственного смещения нейтрали или без искусственного смещения нейтрали с блоком кратковременного возбуждения нейтрали в нормальном режиме работы сети.
- Световая сигнализация на передней панели превышения допустимых пределов настройки компенсации (выход ДГР в крайнее положение).
- Определение величины и знака расстройки контура.
- Определение величины емкостных токов сети с выдачей на внешний интерфейс.
- Ручная резонансная настройка КНПС по максимуму огибающей напряжения смещения нейтрали.
- Блокировка работы устройства при сверхнормативном смещении нейтрали с выдачей на переднюю панель световой сигнализации и на внешнюю сигнализацию.
- Выдача сигнала появления тока замыкания на внешнюю сигнализацию.
- Самоконтроль и самотестирование прибора и исправности цепей управления ДГР с выдачей на сигнализацию.
- Выработка сигнала управления для коммутации низковольтных резисторов ШБКНР-1.
- Выработка сигнала управления смещением нейтрали с помощью блока БКВН.
- Регистрация событий (ОЗЗ, процессы регулирования).
- Взаимодействие с другими УАРК по локальной сети для обеспечения работы до 8 параллельных секций.

### Шкаф блока коммутации и низковольтного резистора ШБКНР-1



Шкаф предназначен для введения в контур нулевой последовательности сети 6-10 кВ (КНПС) электрического тока, необходимого для увеличения селективности работы ненаправленных токовых защит от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) в электрических распределительных сетях 6-10 кВ, оснащенных плавнорегулируемым дугогасящим реактором.

Обеспечивает:

- формирование электрического тока, вводимого в сеть во время ОЗЗ, величиной, достаточной (в сети 6 кВ до 30 А) для селективной работы простых токовых защит от ОЗЗ путем кратковременного подключения низковольтных резисторов к обмотке управления дугогасящего реактора;
- регулировку величины вводимого тока в соответствии с переходным сопротивлением в месте ОЗЗ;
- измерение величины вводимого тока встроенным трансформатором тока;

- контроль температуры внутренних силовых резисторов, блокировку работы блока при условии превышения максимально допустимой температуры силовых резисторов;
- встроенный обогрев блока коммутации и низковольтных резисторов при снижении температуры окружающего воздуха ниже допустимой.

### Система определения поврежденного фидера (ОПФ)



Система обеспечивает:

- поиск повреждённого присоединения в сетях 3-35 кВ с изолированной, резистивной, резонансно-заземленной и с полностью компенсированной нейтралью;
- регистрацию электрических параметров переходных процессов в контролируемой сети;
- регистрацию параметров функционирования устройств ПЗЗМ-3 и РВЦ-801Д.

Система ОПФ состоит из:

- Терминала ОПФ, устанавливаемого в ЗРУ-6(10,35) кВ. Терминал представляет из себя шкаф, в котором смонтированы приборы ПЗЗМ-3 и контроллер сбора и передачи информации, объединенные в единую сеть интерфейсом CAN. Количество приборов ПЗЗМ-3 выбирается исходя из количества контролируемых присоединений;
- Сенсорной панели оператора с контроллером приема-передачи и отображения информации.

Конструктивно в сетях с компенсированной нейтралью они могут входить в состав шкафов автоматики управления дугогасящими реакторами или устанавливаться в любом удобном месте в ОПУ подстанции.

Система сигнализирует о возникновении ОЗЗ звуковым и световым сигналами, на экране панели оператора высвечивается диспетчерское наименование поврежденного фидера. Все события ОЗЗ сохраняются в журнале событий в памяти контроллера панели оператора, а именно: дата и время начала и длительность ОЗЗ, тип ОЗЗ («клевок» – самоустранившееся ОЗЗ за время меньше заданной уставки, «ОЗЗ закончившееся» – длительностью больше уставки по времени, «ОЗЗ, продолжающееся в настоящее время»), электрические параметры сигналов импульсов тока  $3I_0$  и напряжения  $3U_0$  и время импульса. По желанию оператора журнал событий можно просмотреть на экране панели оператора.

Система постоянно производит мониторинг исправности всего оборудования и сигнализирует при появлении неисправности, а также синхронизирует внутренние часы всех приборов.

Система с помощью выходных реле может воздействовать на центральную сигнализацию, а также выполнять роль защиты от ОЗЗ с отключением поврежденного фидера с установленной уставкой по времени.

Система позволяет осуществлять удаленный доступ по радиоканалам, оптоволокну, а также быть интегрированной в существующую систему АСУТП.

Для анализа развития аварийных процессов в сети по желанию заказчика в терминалы ОПФ дополнительно могут устанавливаться 8-ми канальные высокочастотные цифровые регистраторы аварийных событий РВЦ-801 производства ООО ВП «НТБЭ».

### Прибор сигнализации замыкания на землю ПЗЗМ-3



Прибор сигнализации замыкания на землю ПЗЗМ-3 (может входить в состав ОПФ) предназначен для определения повреждённого фидера при однофазном замыкании на землю (ОЗЗ) на присоединениях в сетях 3-35 кВ с изолированной, резистивной, резонансно-заземлённой и полностью компенсированной нейтралью.

Прибор ПЗЗМ-3 используется совместно с измерительными трансформаторами напряжения (НТМИ, НАМИ и т.п.) и трансформаторами тока нулевой последовательности (ТЗРЛ, ТЗЛМ и т.п.).

Действие прибора основано на фиксации полярностей первых полуволн высокочастотных составляющих (ВЧС) тока и напряжения нулевой последовательности, возникающих при ОЗЗ.

Прибор может применяться в качестве устройства защиты с действием на отключение или для сигнализации о повреждённых элементах сети (по усмотрению эксплуатирующей организации).

Текущее состояние прибора отображается на алфавитно-цифровом дисплее. Все события сохраняются в журнале. По интерфейсу CAN приборы могут объединяться в сеть и интегрироваться в систему АСУТП.

Количество контролируемых присоединений – 4.

## Высокочастотный цифровой регистратор аварийных сигналов напряжения и тока в сети 3–35 кВ РВЦ-801Д



Высокочастотный цифровой регистратор аварийных событий РВЦ-801Д предназначен для фиксации переходных, как правило, аварийных высокочастотных процессов в распределительной высоковольтной сети напряжением 3–35 кВ.

Для гальванической развязки входных токовых цепей прибора применяется блок датчиков тока БДТ-1. Все параметры измерения тока прибором приводятся с учётом параметров БДТ.

В качестве памяти для хранения аварийных файлов в регистраторе событий РВЦ-801Д используется флеш-карта стандарта “MultiMedia Card” или “Secure Digital”. Считывание накопленных аварийных файлов и настройка параметров может производиться путем подключения карты к персональному компьютеру, поддерживающему данный формат носителя данных (при необходимости через считыватель), либо через сеть CAN.

Функции:

- непрерывное измерение сигналов напряжения смещения нейтрали  $3U_0$ , фазных напряжений  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$ , сигналов с трансформаторов тока нулевой последовательности;
- запуск регистрации осуществляется по превышению напряжением  $3U_0$  заданной уставки и возвращению ниже заданной уставки для регистрации начала и конца аварийного события;
- накопление измеренных значений сигналов в оперативной памяти прибора, включая данные предаварийного режима;
- формирование аварийного файла на энергонезависимом носителе данных (flash-карте);
- передача аварийных файлов по сети CAN.

Напряжение питания постоянного или переменного тока 120–250 В.

Габаритные размеры 155x110x70 мм.

Масса не более 1 кг.

### **Услуги, осуществляемые ООО ВП «НТБЭ»**

- Шеф-наладка, гарантийное и постгарантийное обслуживание всего поставляемого оборудования.
- Мониторинг и техническое обслуживание любых систем компенсации емкостных токов. Анализ результатов оформляется в виде технических отчетов с соответствующими выводами и рекомендациями.
- Обследование распределительных сетей 6–10–35 кВ подстанций и ТЭЦ без опыта создания искусственного ОЗЗ для определения их параметров с целью оптимизации режима нейтрали и правильного выбора оборудования компенсации, позволяющего в несколько раз повысить надежность и безопасность работы обследуемой сети. Результаты измерений и анализа также оформляются подробным техническим отчетом с выдачей соответствующих рекомендаций.
- Определение емкостных токов любого узла сети расчетным путем по заказу проектных и эксплуатирующих организаций при наличии исходных параметров всех отходящих линий.
- Выполнение на высоком техническом уровне предпроектных обследований узлов сетей 6–10–35 кВ по заказу проектных и эксплуатирующих организаций с выдачей технически обоснованных рекомендаций по режимам нейтрали и системам определения поврежденных фидеров при ОЗЗ.
- Участие в расследовании серьезных нарушений в работе распределительных сетей и оборудования 6–10–35 кВ подстанций и ТЭЦ, связанных с замыканиями на землю и их последствиями, и оказание любых консультативных услуг по вопросам тематики нашего предприятия.
- Проведение и участие в научно-технических семинарах, и обучение специалистов энергопредприятий по теоретическим и практическим вопросам правильного выбора и эксплуатации автоматизированных систем компенсации, а так же селективного выявления повреждений в эксплуатируемых сетях.
- Высокая квалификация специалистов и многолетний опыт позволяют проводить НИР и НИОКР по разработке и внедрению самых современных систем оптимизации режимов нейтрали и выявления повреждений в сетях 6–10–35 кВ.

## ООО «ПАРМА»

Россия, 198216, г. Санкт-Петербург, Ленинский пр., д. 140,  
литер А, пом. 15Н  
Тел.: +7 (812) 346-86-10  
parma@parma.spb.ru  
[www.parma.spb.ru](http://www.parma.spb.ru)



### О компании

Российская компания «ПАРМА» с 1992 года занимает лидирующие позиции среди производителей оборудования и систем для электроэнергетики.

Компания «ПАРМА» разрабатывает, производит и внедряет приборы для:

- измерения параметров электрических сетей;
- анализа, мониторинга и регистрации показателей качества электроэнергии (ПКЭ);
- мониторинга и регистрации аварийных событий, переходных и установившихся процессов в энергосистемах;
- оборудование для релейной защиты и автоматики, а также источники и системы GPS-синхронизации, ориентированные на применение в энергетике, промышленности, ЖКХ и научных исследованиях.





## Современный многофункциональный аналогово-цифровой РАС

### Устройства комплексного мониторинга электрических режимов серии ПАРМА РП4.х

Последнее десятилетие развития систем автоматизации в электроэнергетике характеризуется появлением целого набора новых технологий. На данный момент можно говорить о том, что наиболее сильное влияние на концепции построения систем автоматизации оказали следующие стандарты:

- IEC 61850 – стандарт, описывающий концепцию построения «цифровых» энергообъектов;
- IEEEC37.118 – стандарт, благодаря которому появился единый подход к мониторингу в реальном времени электромеханических переходных процессов на энергообъектах.

Вместе с тем, реальная картина состояния электроэнергетической отрасли в России такова, что наряду с высокотехнологичными пилотными «цифровыми» проектами большая часть энергообъектов имеет морально и технически устаревшие комплекты защиты и автоматики, построенные на электромеханической элементной базе, и не имеет систем мониторинга и управления. Последних объектов на данный момент большинство.

В связи с этим наблюдается потребность рынка в решениях, которые могут использоваться как в рамках «цифровых» энергообъектов с возможностью мониторинга динамических процессов в реальном времени, так и применяться на энергообъектах, имеющих традиционную схему вторичных цепей.

Таким образом, при разработке новых устройств и модернизации существующих в линейке регистраторов ПАРМА РП4.х, компания ставит перед собой задачу реализации следующего базового функционала на данной программно-аппаратной платформе:

- комплексный мониторинг процессов – реализация функционала мониторинга установившихся (МИП), электромеханических (УСВИ, РМУ) и электромагнитных переходных процессов (РАС) на одной программно-аппаратной платформе: каждое устройство линейки РП4.х может служить для комплексного мониторинга электрического режима;
- поддержка протоколов стандарта IEC 61850 – возможность организации информационного обмена с терминалами РЗА по GOOSE, а также передачи данных в SCADA по MMS;
- точность синхронизации времени – все измерения имеют метку времени, присвоенную с микросекундной точностью;
- поддержка стандартных для отрасли и общепринятых протоколов передачи данных: МЭК 60870-5-104, OPC;
- использование встроенных web-сервисов для просмотра и анализа осциллограмм.

## ООО «СВЕЙ»

Россия, 620026, г. Екатеринбург, ул. Луначарского 240,  
корп.1, оф.7

Тел.: +7 (343) 216-74-95

Факс: (343) 216-74-96 (97)

aura@mail.ur.ru

[www.aura-e.ru](http://www.aura-e.ru)



Проектно-инжинириговое  
предприятие

### О компании

ООО «СВЕЙ» основано в 1992 году.

Основные виды выпускаемой продукции:

1. Регистраторы аварийных событий с реализацией протоколов МЭК 61850, определения места повреждения (ОМП). Исполнение в шкафах Rittal (классический), распределенный АУРА-Р, моноблок АУРА-АК, переносной «ТрансАУРА».
2. Контролируемый пункт телемеханики «АУРА-КП» для построения систем телемеханики и АСУ ТП.
3. устройства СВИ (в модификации УВИ) для системы мониторинга переходных процессов (СМПП) АУРА-СМПП.
4. Установки серии «ИСТОК».
5. Контрольные реле-клеммы КРН, КРТ, ПОЭ.



## Построение системы регистрации аварийных событий и системы мониторинга переходных режимов на базе ПТК «АУРА-07» производства ООО «СВЕЙ»

Более двадцати пяти лет ООО «Свей» специализируется на выпуске регистраторов аварийных событий (РАС) для энергообъектов. Оттачивая профессионализм и идя в ногу со временем, инженеры и программисты компании создали широкую линейку регистраторов под общим брэндом «АУРА».

**АУРА-07-Р** – «классическое» исполнение РАС, все оборудование которого – системный блок, измерительные преобразователи и блоки сбора дискретных сигналов размещаются в шкафу RITTAL, либо на реечной панели РЗА.

**ТрансАУРА** – переносной регистратор, выполнен в формате кейса для удобства проведения выездных работ, оснащен всеми необходимыми инструментами для подключения к цепям.

**АУРА АК-32** – компактный стационарный регистратор, выполнен в формате моноблок. Удачное решение для небольших объектов, требует минимум места для размещения и минимум монтажных работ. Впервые в линейке оснащен универсальными по диапазону и типу сигнала измерительными преобразователями.

**АУРА-Р** – распределенный регистратор. Самое гибкое решение из перечисленных. Топология построения – сеть из устройств с цифровым обменом. На физическом уровне сеть выполнена по технологии Ethernet. Имеет большой охват по территории и свободное расположение оборудования по объекту.

Программное обеспечение (ПО) АУРА является универсальным для всех типов РАС.

Остановимся подробнее на структуре и схеме построения РАС АУРА-Р.

Общий вид схемы построения сети РАС АУРА-Р приведен на рис.1.

**АУРА-07-Р**



**АУРА-АК-32**

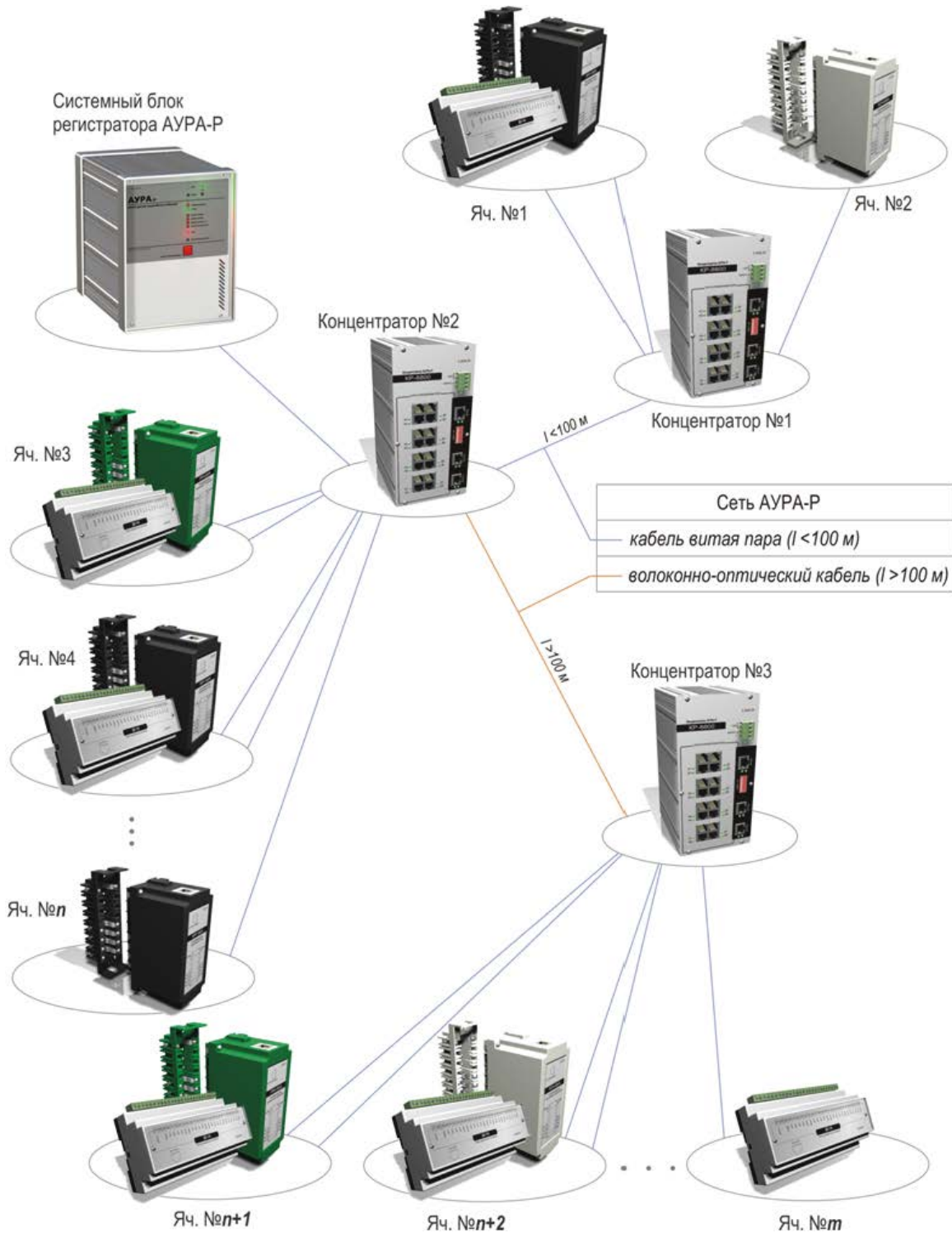


*Вид со стороны лицевой панели*



*Вид сзади*

Рис. 1. Общий вид схемы построения сети РАС АУРА-Р.



Главным устройством является системный блок (БС) регистратора, задачей которого является сбор и обработка информации от периферийных устройств – измерительных преобразователей токов и напряжений и блоков сбора дискретных сигналов (ДС-16). Помимо сбора данных БС обеспечивает контроль исправности устройств АУРА-Р. БС подключается к локальной вычислительной сети (ЛВС) предприятия, что позволяет управлять РАС дистанционно с помощью специализированного ПО AuraServ.exe (поставляется в комплекте).

Следующими в иерархии сети стоят концентраторы (КР). Через них проходят основные потоки данных по спланированным маршрутам между БС и периферийными устройствами. Каждый из КР имеет специализированные порты для подключения различного типа устройств:

- К и КР – порты для подключения концентраторов и/или БС;
- А – порт для подключения измерительных преобразователей;
- Д – порт для подключения ДС-16.

Концентраторы бывают различных модификаций в зависимости от наличия и количества того или иного типа портов.

Конечными устройствами являются измерительные преобразователи и ДС-16.

Виды измерительных преобразователей:

- ПРТ – преобразователь переменного тока, предел до 200 А.
- ПРН – преобразователь переменного тока, предел до 240 В.
- ПСН – преобразователь постоянного напряжения, предел до 600 В.

Измерительные преобразователи позволяют подключить до 4-х независимых аналоговых сигналов, ДС-16 позволяет подключить до 16-ти дискретных сигналов типа «сухой контакт».

**Таблица 1. Основные технические характеристики.**

Число аналоговых каналов	32	64	128	256
Число дискретных каналов	128	256	512	1024
Частота дискретизации каналов (точек/период)	20...192	20...96	20...48	20
Регистрируемый предаварийный режим	до 600 сек			
Разрядность АЦП	16 бит			
Погрешность измерений	не более 0,5%			
Пусковой сигнал	любой аналоговый или дискретный, расчетные $U_2 (I_2)$ и $3U_0 (3I_0)$			
Питание	~127...264 В / =127...370 В			

## АО «РТСофт»

Россия, 105037, г. Москва, ул. Никитинская, д. 3

Тел.: +7 (495) 967-15-05

Факс: +7 (495) 742-68-29

rtsoft@rtsoft.ru

[www.rtsoft.ru](http://www.rtsoft.ru)

**RTSoft**  
средства и системы автоматизации

### О компании

АО «РТСофт» – отечественная научно-техническая инженерно-производственная компания, созданная в 1992 году. За 25 лет работы на российском рынке компания зарекомендовала себя надежным партнером в области создания и внедрения средств и систем автоматизации.

Основные направления деятельности «РТСофт»:

- разработка, поставка и интеграция аппаратных и программных встраиваемых компьютерных технологий и систем;
- разработка ПО на заказ;
- создание автоматизированных информационно-управляющих систем для промышленности и электроэнергетики;
- разработка и производство электронной аппаратуры, в том числе опытных образцов продукции;
- развитие инновационных направлений: SmartGrid, систем кибербезопасности и энергоменеджмента.

Для субъектов электроэнергетики «РТСофт» предлагает широкий спектр продуктов, решений и услуг по автоматизации процессов управления электроэнергетическими активами. Основными объектами внедрений продуктов и решений АО «РТСофт» являются:

- подстанции, предприятия и филиалы магистральных и распределительных электрических сетей в составе ПАО «Россети» и ПАО «ФСК ЕЭС»;
- муниципальные и независимые электрические сети;
- предприятия АО «СО ЕЭС»;
- электростанции и генерирующие компании;
- энергообъекты и центры управления обособленных энергосистем;
- энергообъекты и диспетчерские центры инфраструктурных (ПАО «Газпром», ПАО «АК «Транснефть») и промпредприятий.



## Создание системы мониторинга устройств РЗА в распределительных сетях 6–35 кВ

АО «РТСофт» является одним из лидеров отечественного рынка автоматизации электроэнергетики. Среди своих решений компания предлагает не только традиционные системы АСУТП и телемеханики подстанций, но и решения по созданию систем сбора и передачи технологической информации различного рода. Темой автоматизации эксплуатации, мониторинга и анализа работы устройств релейной защиты АО «РТСофт» занимается с 2012 года. За это время нами был изучен отечественный и зарубежный опыт автоматизации задач эксплуатации РЗА, разработаны собственные программные продукты – SMART-SERVER, PF.Protection, ССНТИ (разрабатывался совместно с «СО ЕЭС»). В докладе рассмотрен вопрос создания систем мониторинга устройств РЗА, установленных на подстанциях 6–35 кВ.

### Функции СМ РЗА

Система мониторинга РЗА (СМ РЗА) выполняет следующие основные функции:

- Сбор данных о работе и техническом состоянии устройств РЗА:
  - сигналы срабатывания и пуска защит;
  - осциллограммы;
  - параметры срабатывания;
  - результаты ОМП;
  - результаты внутренней диагностики устройства.
- Передача собранных данных в ДЦ или ЦУС.
- Предоставление собранной информации на АРМ РЗА и/или SCADA ЦУС.

Дополнительно к основным функциям СМ РЗА поддерживаются:

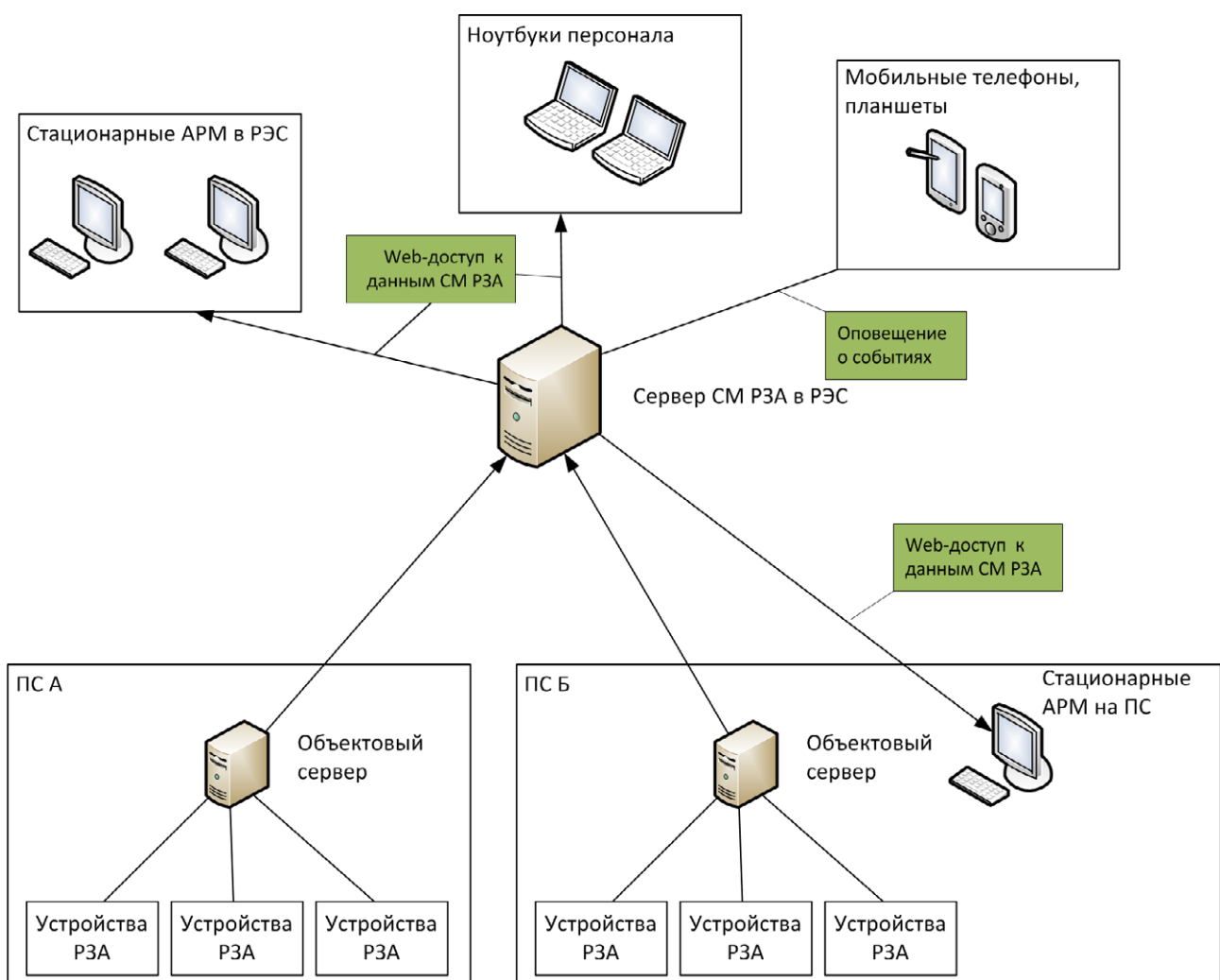
- Оперативный ввод-вывод функций и ступеней защит.
- Синхронизация времени устройств РЗА.
- Контроль появления новых данных и оповещение персонала служб РЗА о фактах срабатывания устройств/систем РЗА, РАС и ОМП.
- Ведение журнала событий (фактов срабатываний устройств/систем РАС и ОМП) с комментариями оперативного персонала.
- Сбор информации в автоматическом режиме, по расписанию и по запросам пользователей с возможностью управления приоритетами передачи различных видов информации.
- Ручная загрузка файлов (с внешнего носителя).
- Централизованное, долговременное хранение собранной информации в СУБД с функцией автоматического удаления невостребованных файлов и функцией сохранения файлов на локальный АРМ пользователя.
- Формирование и хранение сборок (логического объединения файлов НТИ), характеризующих технологическое нарушение.
- Поиск данных в хранилище с использованием дерева подстанций и оборудования, журнала событий на подстанциях, фильтра по времени, фильтра по конкретному устройству РЗА.
- Визуализация осциллограмм в формате COMTRADE.
- Обеспечение единого интерфейса представления информации для всех пользователей системы.

СМ РЗА может использоваться как для контроля устройств РЗА, установленных на ПС 110 кВ, так и на большинстве подстанций 35 кВ и даже на ряде ПС (РП) 6–20 кВ.

## Архитектура СМ РЗА

СМ РЗА представляет собой систему сбора данных с энергообъектов и единым центром хранения, обработки и представления в едином центре управления (ЦУ).

Упрощенно структура СМ РЗА изображена на рис. 1.



**Подстанционная часть СМ РЗА** состоит из объектового сервера и оборудования для организации сбора информации с устройств РЗА (коммутаторов, линий RS-485 и т. п.).

В качестве объектового сервера может использоваться промышленный компьютер достаточно скромной производительности, компактных размеров с расширенным температурным диапазоном, облегчающих его установку в стесненных условиях подстанций 6–35 кВ. Такой сервер не требует при-



менения сложных и дорогостоящих шкафов и устройств электропитания. В случае необходимости обеспечения повышенной надежности, в качестве объектового сервера рекомендуется использовать защищенный сервер PS-01.

Функциональность объектового сервера выполняется программным обеспечением SMART-SERVER (аттестован ПАО «Россети» в составе ПТК SMART-КП2 и ППО SMART-ССПТИ). SMART-SERVER осуществляет сбор информации от устройств РЗА по следующим протоколам передачи данных:

- МЭК 61850;
- МЭК 60870-5-104 (101);
- МЭК 60870-5-103;
- Modbus RTU и TCP;
- OPC;
- SNMP.

Для расширения функциональности SMART-SERVER на объектовый сервер может устанавливаться программный агент комплекса ССНТИ, обеспечивающий локальный экспресс-анализ файлов осциллограмм и значительно уменьшающий объем передаваемых данных между ПС и ДЦ.

На сегодняшний день практически доказана совместимость SMART-SERVER с устройствами РЗА большинства отечественных и зарубежных производителей, в том числе: «ЭКРА», «Радиус-Автоматика», ЧЭАЗ, НПП «Бреслер», «Релематика», «Госан», Siemens, ABB, GE и др.

**Сервер СМ РЗА в РЭС** выполняет задачи коммуникационного сервера, сервера БД, WEB-сервера.

- Подсистема сбора данных (коммуникационный сервер) обеспечивает автоматизированный сбор данных с подстанций, предварительный анализ и передачу полученных данных в подсистему хранения и отображения.
- Подсистема хранения (сервер БД) обеспечивает архивирование и долговременное хранение данных, результатов обработки и анализа данных; автоматизированную обработку данных (в первой очереди – формирование статистики срабатываний устройств РАС для отчетов); интерфейс доступа к информации от внешних систем.
- WEB-сервер реализует представление информации для удаленных пользователей системы, в том числе на мобильных устройствах.

В зависимости от предпочтений заказчика в качестве сервера в РЭС может использоваться сервер SCADA.

## Опыт внедрения

Последнее из внедрений СМ РЗА было выполнено специалистами АО «РТСофт» в ПАО «Сахалинэнерго». В данном проекте СМ РЗА охватывает 5 подстанций:

- ПС «Южно-Сахалинская» 220/110/10;
- ПС «Южная» 110/10;
- ПС «Хомутово-2» 110/35/10;
- ПС «Центр-2» 110/10;
- ПС «Юго-Западная» 110/10.

Мониторингом охвачены устройства следующих производителей:

Тип защит	Протокол	Прием ТС	Прием осциллограмм	Синхронизация времени	Изменение уставок
ЭКРА	60870-103, 61850	+	+	+	–
ИЦ Бреслер (Релематика)	60870-103, 61850	+	+	+	–
БЭМП (ЧЭАЗ)	Modbus	+	–	–	+
БЭМП (ЧЭАЗ)	60870-101, 60870-103	+	+	+	
Сириус (Радиус-Автоматика)	Modbus	+	–	–	+
Орион (Радиус-Автоматика)	Modbus	+	– (нет осциллографа)	–	+
Сириус (Радиус-Автоматика)	OPC через Modbus	+	+	+	+
Орион (Радиус-Автоматика)	OPC через Modbus	+	– (нет осциллографа)	+	+

Работы были выполнены в короткий срок. Заказчик высоко оценил удобство использования СМ РЗА, которая позволяет одному специалисту РЗА без выезда на объект оценивать правильность работы защит и тем самым повысить оперативность восстановления электроснабжения потребителей.

## ООО «КомплектПоставка»

Россия, 111033, г. Москва,  
ул. Золоторожский Вал, д. 34, стр. 6  
Тел.: +7 (495) 927-02-57  
info@emag.ru

[www.emag.ru](http://www.emag.ru)


**КОМПАНИЯ ИМАГ**  
СИСТЕМНАЯ ДИСТРИБУЦИЯ

### О компании

Компания «КомплектПоставка» основана в 2009 г.

Компания поставляет на российский рынок и страны СНГ широкий спектр высокотехнологичного оборудования зарубежных и отечественных производителей. В портфеле товарных предложений «КомплектПоставка» представлено несколько направлений: компоненты и готовые решения для корпоративных телекоммуникаций и ИТ-инфраструктуры, контрольно-диагностические и трассопоисковые приборы для кабельных линий и трубопроводов, инструменты и приспособления для монтажа кабеля и кабельных систем различного назначения.

Компания «КомплектПоставка» обладает статусом дистрибьютора и эксклюзивного поставщика ряда зарубежных и отечественных производителей. В этом качестве мы придаем решающее значение развитию дистрибуции поставляемого компанией оборудования и партнерства в широком смысле со всеми заинтересованными участниками рынка.

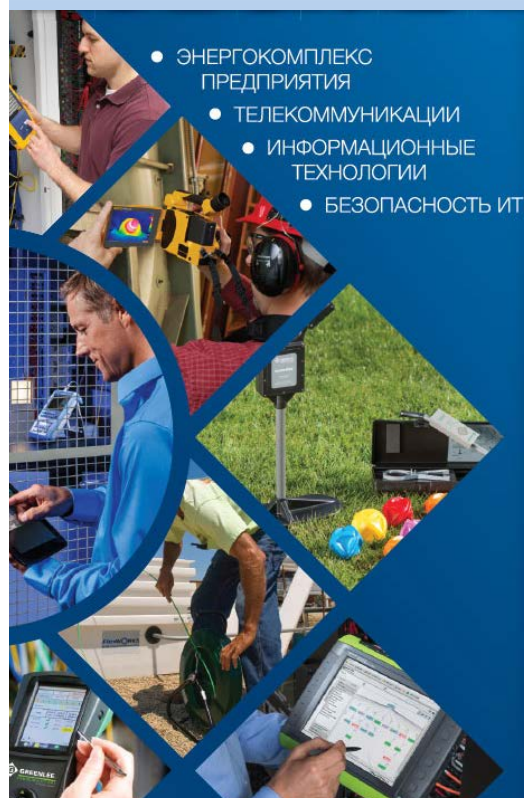
Ключевые клиенты компании – системные интеграторы, операторы связи, сетевые и генерирующие компании электроэнергетики, предприятия железнодорожного и трубопроводного транспорта, ИТ-подразделения и сервисные службы предприятий.

Структурно компания «КомплектПоставка» входит в состав Группы Компаний «ИМАГ»

Нам доверяют более 15 000 клиентов в России.

Центральный офис компании «КомплектПоставка» расположен в г. Москва, региональные – в городах Екатеринбург и Новосибирск.

### Инструментарий для профессионалов



[www.emag.ru](http://www.emag.ru)

## **Индикаторы короткого замыкания для ВЛ Horstmann. Определение мест межфазных замыканий и однофазных замыканий на землю. Построение систем для удаленного мониторинга и сигнализации на базе ИКЗ SMART NAVIGATOR.**

В докладе рассмотрены следующие вопросы.

### **Индикация межфазных замыканий с помощью устройства Navigator:**

- особенности и принципы действия;
- различные функции индикации;
- основные технические преимущества.

### **Индикация однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью с помощью устройства Smart Navigator:**

- принцип работы в сетях с изолированной нейтралью;
- возможность удаленной индикации МФЗ и ОЗЗ;
- основные принципы и частота установки индикаторов.

### **Удаленный мониторинг линии с помощью системы Smart Navigator и ПО Ihost:**

- возможности системы мониторинга линии и основные параметры, наблюдаемые в этой системе;
- аварийные оповещения и регистрация аварийных происшествий.

## ООО МНПП «АНТРАКС»

Россия, Московская обл., г. Фрязино, пр. Заводской, д. 2

Тел: +7 (495) 991-12-30, 8-800-500-17-92

mail@antraks.ru

[www.antraks.ru](http://www.antraks.ru)



### О компании

ООО МНПП «АНТРАКС» – успешная научно-производственная компания полного цикла, расположенная в наукограде Фрязино.

Компания основана в 1989 году на базе лабораторий Института радиотехники и электроники РАН (г. Фрязино) и Московского института электронной техники (г. Зеленоград)

Занимается разработкой и производством интеллектуальных систем для энергетики на основе передовых электронных компонентов с применением современных алгоритмических решений:

- систем мониторинга и управления силовым оборудованием;
- управляющих и измерительных приборов.

Некоторые решения не имеют аналогов в мире, большинство – уникальны на отечественном рынке.

МНПП «АНТРАКС» предоставляет широкий спектр инженеринговых услуг: проектирование, монтаж, пусконаладка, техническое и сервисное обслуживание.

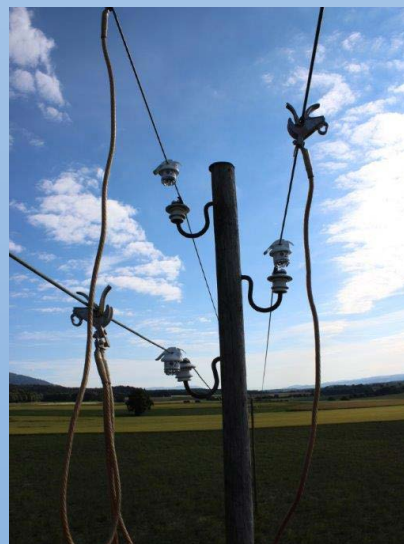
#### Устройства разработки и производства компании «АНТРАКС»

- Индикаторы короткого замыкания;
- Указатели и регуляторы привода РПН;
- Датчики привода РПН;
- Системы телемеханики;
- Электроизмерительные приборы;
- Программно-аппаратные комплексы диагностики линий.

**В России приборы АНТРАКС внедряют энергосистемы** крупнейших компаний: Россети, Газпром, Татнефть, Лукойл и т.д.

Продукция АНТРАКС известна более в 20 странах мира. Ряд известных производителей и продавцов оборудования для энергетики проявляют интерес к разработкам АНТРАКС.

- Оборудование АНТРАКС включено в каталог финской компании ENSTO в 2016 году.
- Информация о приборах АНТРАКС включена в каталог 2017 года немецкой компании SIEMENS



## **Система мониторинга с определением ОЗЗ в сетях 6–35 кВ с компенсированной и изолированной нейтралью**

Один из ведущих трендов современной мировой электроэнергетики — построение систем Smart Grid, повышающих эффективность и бесперебойность энергоснабжения, улучшающих основные индексы надёжности энергосистемы — SAIDI, SAIFI и CAIDI. Премьер-министр Дмитрий Медведев 28 сентября 2016 года на совещании в подмосковных Горках заявил о необходимости повсеместного внедрения "умных" электросетей в России. Сети должны уметь быстро реагировать на изменения и возникающие проблемы и прогнозировать их. Российские энергетические компании, начавшие реализовывать смарт-сети, столкнулись со сложностью подбора оборудования для мониторинга распределительных электросетей, способного качественно выполнять свои функции в российских реалиях.

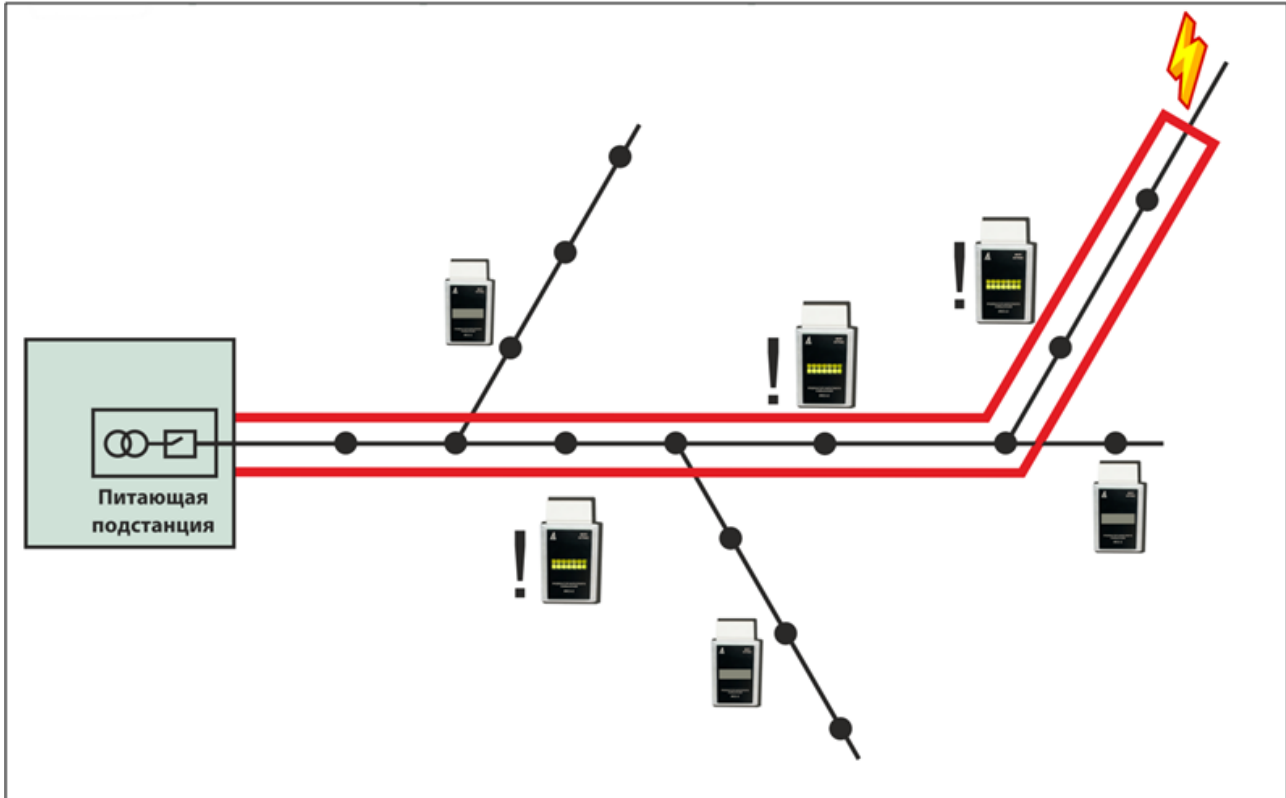
Максимальную протяжённость в передающих и распределительных энергетических компаниях имеют воздушные сети среднего класса напряжения. Они зачастую являются «слабым звеном» энергосистемы, поскольку легко повреждаются из-за климатических воздействий, старения оборудования и множества других факторов. Воздушные линии электропередачи имеют разветвлённую структуру и зачастую пролегают в труднодоступной местности, что сильно осложняет поиск и ликвидацию повреждений.

Особенностью российской энергосистемы является то, что сети среднего класса напряжения выполнены с изолированной и компенсированной нейтралью, что обуславливает чрезвычайно низкие аварийные токи в случае однофазных замыканий на землю. Оборудование немецких, китайских и других зарубежных производителей, испытываемое российскими региональными энергосистемами, в вопросе определения мест однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью испытывают существенные сложности. Это связано с тем, что изначально эти устройства разрабатывались для зарубежных сетей с глухо-заземлённой или резистивно-заземлённой нейтралью.

### **Традиционный топографический метод**

Для поиска повреждений в распределительных сетях разработано множество методов, базирующихся на разнообразных физических принципах. Но для сетей среднего класса напряжения в мировой практике наиболее применимым на протяжении десятилетий остаётся топографический метод, основывающийся на том, что в разных участках сети устанавливаются указатели повреждённого участка.

Популярность данного метода обусловлена тем, что он применим при топологии сети любой сложности и не требует установки дорогостоящего подстанционного оборудования. В отличие от методов, подразумевающих поиск места повреждения персоналом, оснащённым специальными детекторами, топографический метод позволяет автоматизировать поиск аварийного участка.



Традиционно указатели повреждённого участка предназначены для определения места короткого замыкания в воздушной линии электропередачи и основаны на фиксации факта протекания высокого аварийного тока. Как известно, при коротком замыкании аварийный ток протекает от питающей подстанции к месту повреждения. Все указатели, расположенные на пути протекания аварийного тока, срабатывают и индицируют аварийную ситуацию. Указатели, расположенные в остальных участках сети, остаются не сработавшими. Ориентируясь на сработавшие и не сработавшие устройства, осуществляется локализация участка сети, где произошла авария.

Указатели могут отображать информацию об аварийной ситуации визуально, либо передавать диспетчеру. Указатели повреждённого участка отлично решают поставленную задачу в сетях с глухо-заземлённой или резистивно-заземлённой нейтралью, поскольку аварийный ток составляет сотни Ампер даже в случае однофазного замыкания на землю. Для успешного функционирования в таких сетях приборам достаточно чувствительности порядка 50 Ампер, поэтому конструктивно данные устройства достаточно просты. В сетях с изолированной и компенсированной нейтралью подобные приборы могут фиксировать только межфазные замыкания.

В сети с изолированной нейтралью при однофазном замыкании на землю практически не протекает фазный аварийный ток, так как нейтраль сети никак не связана с землёй. Вместо фазного тока в сети появляется ток нулевой последовательности, носящий ёмкостной характер. Появление этого тока обусловлено тем, что линия обладает распределённой ёмкостью и в случае замыкания одной из фаз на землю, эта ёмкость начинает разряжаться через точку повреждения. Упрощённо данный процесс можно представить как стекание ёмкостных токов со всех сети в место замыкания.

Таким образом, ток нулевой последовательности присутствует не только на пути от питающего центра к месту повреждения, но и во всей сети, в том числе за местом повреждения и в неповреждённых отпайках. Величина аварийного тока в этом случае напрямую зависит от суммарной ёмкости линии. Как правило, в воздушных линиях среднего класса напряжения он находится в диапазоне от одного до 10 Ампер. Классические указатели повреждённого участка не способны зафиксировать повреждение с столь малым током.

Сети с компенсированной нейтралью представляют ещё большую сложность для определения места повреждения топографическим методом. Благодаря дугогасящей катушке, ёмкостной ток ещё на порядок ниже, а большинство ОЗЗ являются самозатухающими. Это позволяет снизить нагрузку на сеть, однако сильно усложняет поиск ОЗЗ, так как длительность аварийного режима не превышает десятка миллисекунд. Большинство указателей повреждённого участка не обладает достаточной чувствительностью и быстродействием для фиксации подобных аварийных процессов.

## **Решения для сетей с изолированной и компенсированной нейтралью**

### **Применение шкафов заземления нейтрали**

Один из способов добиться срабатывания указателей в случае однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью — это оснащение сети оборудованием, позволяющим кратковременно увеличить аварийный ток до величины, необходимой для фиксации аварии. Примером такого оборудования является шкаф заземления нейтрали. При появлении на питающей подстанции сигнала ЗУО, шкаф заземления нейтрали переводит сеть в режим резистивного заземления нейтрали. Через повреждённую фазу и резистор начинает течь ток, достаточный для срабатывания указателей. Для установки ШЗН необходимы свободные высоковольтные ячейки на подстанции. Как правило, при строительстве ПС закладываются резервные ячейки, но на практике чаще всего они уже заняты другим оборудованием. Также цена устройства шунтирования достаточно велика.

При применении шкафа заземления нейтрали необходимо максимально аккуратно подбирать величину заземляющего резистора таким образом, чтобы указатели могли гарантировано отделять аварийный ток от обыкновенного тока нагрузки и его изменения, при этом аварийный ток должен оставаться ниже порога срабатывания защиты.

Следует учитывать, что не все указатели будут работать в таком режиме: ряд производителей обеспечивают в приборах контроль не только тока, но и напряжения. В случае если вслед за превышением порога по току не произошло отключение воздушной линии защитой, такие указатели могут не срабатывать либо будут срабатывать ненадёжно в зависимости от величины переходного сопротивления ОЗЗ и заложенной уставки по напряжению. В случае если ток шунтирования выше порога максимальной токовой защиты, и линия отключается, нарушается сам принцип построения сети, и её следует рассматривать как сеть с резистивной нейтралью.

Ряд нормативных документов налагает ограничения на установку устройств типа шкафа заземления нейтрали на линии электропередачи в России, например, «Типовая инструкция по компенсации ёмкостного тока замыкания на землю в электрических сетях 6-35 кВ РД34.20.179 (ТИ34-70-070-87) УДК 621.3.014» и СО 153-34.20.501-2003 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».



## **Повышенная чувствительность указателей**

Многие производители указателей повреждённого участка для работы в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью выпускают модели с повышенной чувствительностью. Лучшие приборы способны срабатывать при токе нулевой последовательности вплоть до двух Ампер. Такой чувствительности достаточно для срабатывания в случае ОЗЗ в подавляющем большинстве сетей с изолированной нейтралью.

Однако в этом случае начинает влиять физическая природа тока ОЗЗ в сетях с изолированной нейтралью. Поскольку ток повреждения является током разряда распределённой ёмкости линии, и стекается со всех участков сети, то срабатывать будут не только указатели на участке между питающей подстанцией и местом повреждения, но и по всей остальной линии, что обесценивает результаты работы указателей.

Для отстройки от ложных срабатываний необходимо выбирать места установки приборов таким образом, чтобы суммарная ёмкость участка сети за установленным указателем не была значительной по отношению к остальной сети.

В этом случае можно подобрать уставки срабатывания по току ОЗЗ так, чтобы срабатывание происходило только в случае повреждения на наблюдаемом участке. Подбор уставок — очень трудоёмкая задача, потому что требует расчёта токов нулевой последовательности, которые являются непостоянной во времени величиной и их расчёт не выполняется в полном объёме.

В сетях с компенсированной нейтралью ситуация ещё сложнее: поскольку ток там компенсируется дугогасящей катушкой, даже чувствительности в два Ампера может быть недостаточно.

## **Селективность по току нулевой последовательности**

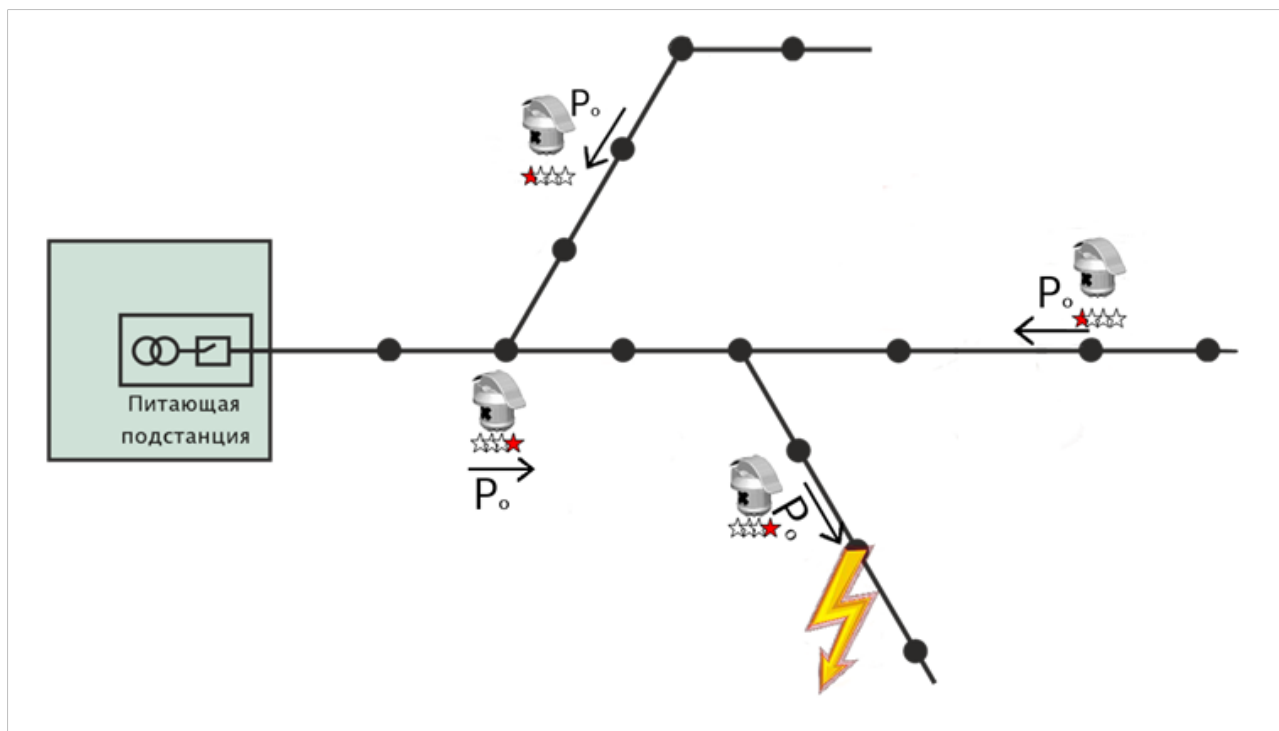
Альтернативным методом отстройки от ложного срабатывания является введение селективности по току нулевой последовательности.

В применении к топографическим указателям поврежденного участка наиболее подходящий метод обеспечения селективности – определение направления потока мощности.

В случае применения направленных указателей повреждённого участка локализация повреждения сводится к сравнению направления потока мощности, зарегистрированного указателями в разных участках сети.

Очевидным преимуществом этого подхода является то, что установка подобных указателей не требует никаких модернизаций энергетического оборудования и при этом риск ложных срабатываний минимален.

Данный сегмент сейчас достаточно молод, а направленные УПУ являются технологически очень сложными и наличием таких моделей может похвастаться далеко не каждый разработчик указателей.



### Практические результаты

С целью практического исследования указателей повреждённого участка в апреле 2016 года в ПАО «Ленэнерго» «Кингисеппские электрические сети» были проведены испытания устройств различных производителей. Исследования проводились на участке линии 10 кВ и включали в себя несколько опытов двухфазного замыкания и несколько опытов однофазного замыкания на землю.

В испытаниях приняли участие приборы FI-3A1F производства CREAT (Китай), FLA3.1VS производства EMG (Германия), LT-111 и LT-110Eμ производства NorTroll (Норвегия) и ИКЗ-34MP производства АНТРАКС (Россия). Приборы FLA3.1VS, LT-111 и LT-110Eμ относятся к категории приборов с повышенной чувствительностью, приборы ИКЗ-34MP — к категории приборов с определением направления аварийных токов, приборы FI-3A1F — это простой указатель повреждённого участка, работающий только на короткое замыкание.

В опытах двухфазного замыкания все приборы обрабатывали согласно спецификации, но у приборов с повышенной чувствительностью FLA3.1VS и LT-110Eμ наблюдались проблемы при фиксации двухфазного замыкания на землю: в экспериментах срабатывали все три индикатора комплекта, что не позволяло определить повреждённую фазу.

В части однофазного замыкания на землю было приведено несколько экспериментов, в том числе, ОЗЗ после места установки индикаторов и ОЗЗ на соседнем фидере. Поставщик приборов FI-3A1F для решения задачи поиска ОЗЗ предлагает оснащение сети устройством шунтирования замыкания, кратковременной переводя ОЗЗ в двухфазное замыкание на землю, однако по понятным причинам оно не было установлено на линии. Надо отметить, что FI-3A1F контролирует наличие напряжения на линии, но ни производитель, ни поставщик не раскрывают тонкости работы совместно с УШЗ, поэтому надёжность срабатывания этих приборов по ОЗЗ осталась под вопросом.

Последний эксперимент с повреждением соседнего фидера наглядно показал проблемы, возникающие при использовании индикаторов с повышенной чувствительностью. В этом эксперименте наблюдалось срабатывание индикаторов FLA3.1VS производства EMG, что может ввести в заблуждение ОВБ в случае поиска повреждения. Индикаторы LT-111 и LT-110Eμ производства NorTroll не зафиксировали повреждение, однако утверждать, что они работают корректно в данной ситуации нельзя, поскольку в опытах определения ОЗЗ после места установки они вели себя неустойчиво (в одном опыте ОЗЗ сработал LT-110Eμ но не сработал LT-111, в другом аналогичном опыте — наоборот). Направленный указатель ИКЗ-34MP при замыкании на соседнем фидере наглядно показал, что место повреждения вне наблюдаемого участка.

Испытания, проведенные «Ленэнерго», продемонстрировали все сложности применения зарубежного оборудования в реалиях российской энергетической системы. Проблематичность обнаружения однофазного замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью заставляет очень серьезно относиться к подбору оборудования – это именно то место, где сеть должна быть действительно «умной».

Указатель с функцией определения направления потока мощности является наиболее перспективной и технологически сложной ветвью развития указателей поврежденного участка. На данный момент из реально присутствующих на российском рынке такими приборами являются только ИКЗ-34 производства российской компании АНТРАКС.

## АО «НПФ «Радио-Сервис»

Россия, 426000, г. Ижевск, ул. Пушкинская, д. 268  
Тел.: +7 (3412) 43-91-44 (многоканальный)  
Факс: +7 (3412) 43-92-63  
office@radio-service.ru  
**www.radio-service.ru**



### О компании

АО «НПФ «Радио-Сервис» – многопрофильное предприятие, ориентированное на выполнение самых жестких требований рынка.

Применение современных технологий, незаурядный инженерный интеллект, творческий поиск оптимальных решений обеспечивают высокое качество и надежность продукции компании.

Производство АО «НПФ «Радио-Сервис» сертифицировано по международной системе менеджмента качества ISO 9001.



## Поиск замыканий на ВЛ и КЛ. Приборы электробезопасности для диагностики электроустановок

### Дефектопоисковый комплекс СТАЛКЕР ВЛ

Особенности:

- Предназначен для определения однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) в сетях 6–10 кВ воздушных (кабельных) линий и локализации места без отключения линии.
- Нахождение мест повреждения без дополнительных кабельных вставок и искусственного увеличения рабочего тока на землю.
- Применение одного генератора на 2 секции.
- Работа выполняется как с применением генератора при малых токах ОЗЗ от 0,1 А, так и без него при больших значениях тока ОЗЗ (аналогично работе с прибором типа «Квант», «Волна», «Зонт»).



### Измерители сопротивления заземления ИС-20, ИС-20/1

Особенности:

- Измерение сопротивления заземления трех- или четырехпроводным методом.
- Вычисление удельного сопротивления грунта в Ом/м.

Дополнительно (для ИС-20/1):

- Измерение сопротивления без вспомогательных электродов с применением двух клещей.
- Измерение сопротивления единичного заземлителя в многоэлементной системе без разрыва цепи.



## Вольтамперфазометр РС-30

Особенности:

- Схемы измерений: «Звезда», «Треугольник», 2-х фазная (изолированная).
- Измерение напряжения переменного и постоянного тока от 10 до 700 В.
- Измерение силы переменного тока:

от 0,03 до 30 А	токовый датчик КТИР-30 и КТИ-30 (Ø 8 мм)
от 0,2 до 500 А	токовый датчик КТИР-500 (Ø 40 мм)
от 1 до 3000 А	токовый датчик ПТИР-3000 и ПТИ-3000 (Ø 180 мм)

- Измерение активной, реактивной, полной мощности и коэффициента мощности.
- Измерение фазовых углов между напряжениями, между напряжениями и током, между токами от  $-179,9$  до  $180^\circ$ .
- Измерение частоты переменного тока от 45 до 55 Гц.
- Показания уровней высших гармоник и уровней нелинейных искажений для оценки качества электроэнергии.
- Индикация порядка чередования фаз.
- Запись в режиме регистратора с усреднением от 2 сек., связь с компьютером.



## Устройство испытательное ПН-20

Предназначено для проведения предварительных испытаний постоянным напряжением высоковольтных кабельных линий, изоляторов, мурфт, двигателей.

Особенности:

- Установка испытательного напряжения постоянного тока на объекте от 0,5 до 20 кВ.
- Измерение тока утечки от 0,01 до 800 мкА и сопротивление до 20 ГОм.
- Измерение напряжения пробоя разрядников от 0,5 до 20 кВ.
- Измерение переменного напряжения относительно земли от 10 до 700 В.
- Индикация уровня остаточного напряжения на объекте после окончания измерения.
- Установка продолжительности испытания от 1 до 60 мин.
- Габаритные размеры: 275x250x180 мм.
- Масса: не более 4,9 кг.



## Мегаомметр Е6-32

Особенности:

- Выбор испытательного напряжения от 50 до 2500 В с шагом 10 В.
- Диапазон измерения от 1 кОм до 300 ГОм.
- Индикация остаточного напряжения на объекте по окончании измерения.
- Работа в условиях сильных помех.
- Измерение классификационного напряжения ограничителей перенапряжения от 100 В до 1500 В.
- Измерение напряжения пробоя разрядников от 100 В до 3000 В.
- Измерение электрического сопротивления постоянному току (металлосвязь) от 0,01 Ом до 9,99 Ом.
- Расчет коэффициента поляризации.
- Измерение переходного сопротивления изоляционного покрытия трубопроводов согласно ГОСТ 9.602-2005.
- Беспроводная связь с компьютером, обработка данных в программе RS-Terminal.



## Измеритель сопротивления петли фаза-нуль, фаза-фаза ИФН-300

Особенности:

- Измерение полного, активного и реактивного сопротивления цепи «фаза-нуль (земля)», «фаза-фаза» без отключения источника питания от 0,01 Ом до 200 Ом.
- Измерение электрического сопротивления постоянному току (металлосвязь) от 0,01 Ом до 9,99 Ом.
- Вычисление ожидаемого тока короткого замыкания, приведенного к напряжению сети 220 В до 22 кА и 380 В до 38 кА.
- Диапазон измерения напряжения переменного тока до 450 В.
- Беспроводная связь с компьютером, обработка данных в программе RS-Terminal.

