

# Способы резервирования каналов связи для систем РЗ и ПА

**PROSOFT**<sup>®</sup>  
SYSTEMS

В статье рассматривается несколько вариантов организации каналов РЗ и ПА по различным средам: высокочастотным (ВЧ) каналам, оптическим, мультиплексируемым, в том числе позволяющим резервировать передачу команд с помощью современных ВЧ-приемопередатчиков, с одновременным снижением количества единиц оборудования и диапазона используемых частот.

ООО «Прософт-Системы», г. Екатеринбург

Произошедший в РЗА качественный переход на микропроцессорную базу и цифровую обработку сигналов не обошел область связи. В настоящее время предоставлено много недоступных ранее возможностей для совершенствования существующего оборудования, а также создания новых устройств, повышающих надежность работы систем РЗА.

При использовании ВЧ-связи предлагается ряд решений, позволяющих организовать резервированные каналы, одновременно снизив количество единиц оборудования и уменьшив диапазон используемых частот.

Первое основано на использовании комбинированных приемопередатчиков, предназначенных для организации совмещенных ВЧ-каналов релейной защиты с совместной передачей/приемом сигналов ВЧ-защит и команд РЗ. Это позволяет осуществлять передачу сигналов ВЧ-защит с одновременной дуплексной передачей до четырех команд по ВЧ-каналу шириной 4 кГц. В качестве данного устройства может быть использован АВАНТ РЗСК или аналогичный приемопередатчик.

Предлагаемое решение, в отличие от традиционного, предусматривает вместо использования трех каналов по 4 кГц каждый (1 ВЧ-пост + 2 устройства передачи аварийных сигналов и команд – УПАСК)

применение двух каналов по 4 кГц, причем один канал может быть организован в полосе частот ВЧ-поста, а другой – в полосе одного из УПАСК (рис. 1).

Второе решение, также на основе подобной аппаратуры, может применяться для построения каналов ВЧ-связи РЗА для защиты двухцепных линий. Аппаратура, совмещающая передачу сигналов ВЧ-защит с одновременной дуплексной передачей команд, позволяет организовать высокочастотные каналы основных защит, по которым резервируется

передача сигналов команд, например резервной защиты либо других сигналов автоматики (рис. 2). В результате можно в три раза сократить количество единиц оборудования и выделенных частот.

Следующее решение касается организации каналов связи для передачи большого количества команд РЗ и ПА по ВЧ-каналам с помощью дуплексной аппаратуры УПАСК АВАНТ К400, позволяющей транслировать до 32 команд РЗ и ПА в каждом направлении со смежным расположением полос с общей

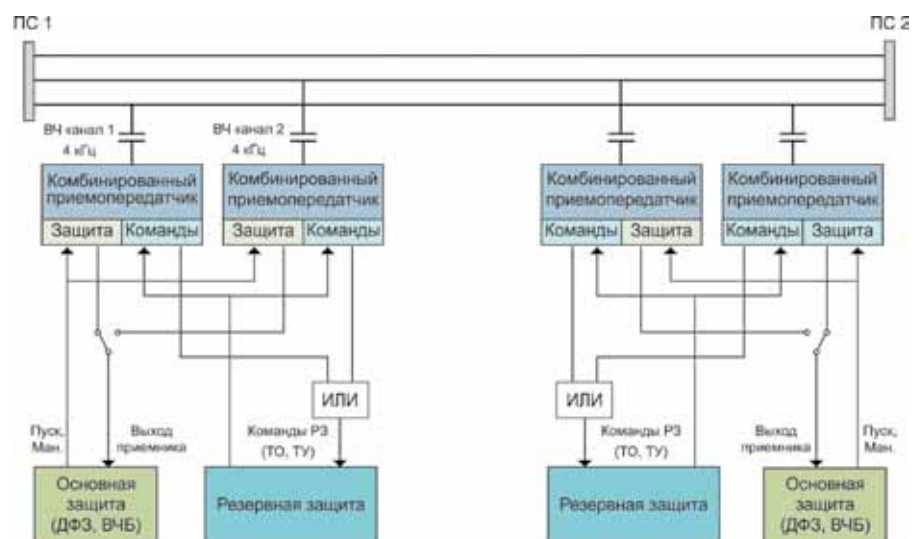


Рис. 1. Решение по организации высокочастотных каналов РЗА на комбинированном ВЧ-приемопередатчике АВАНТ РЗСК, с полным резервированием всех передаваемых сигналов

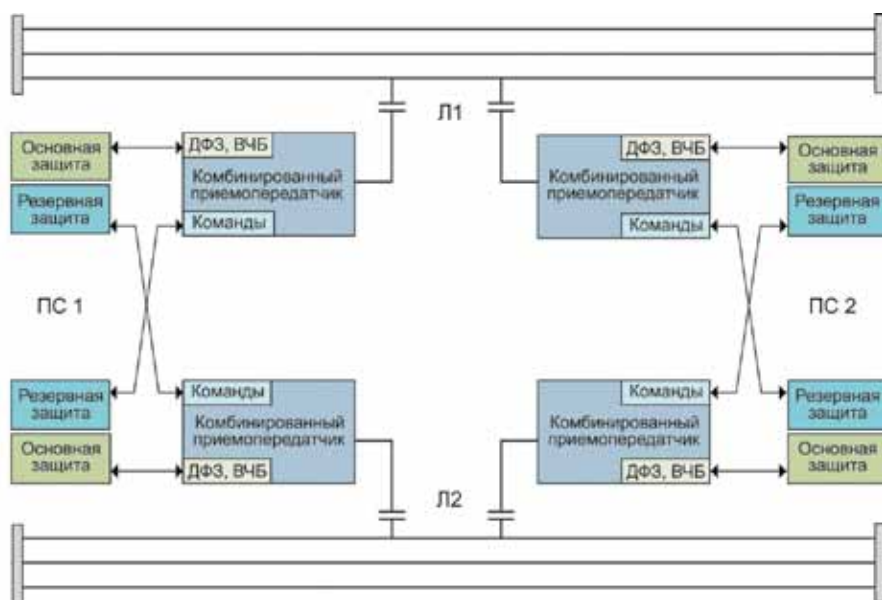


Рис. 2. Решение по организации ВЧ-каналов РЗА на двухцепных линиях, с перекрестным резервированием передачи команд по параллельной линии

шириной 4 кГц (2 кГц в каждом направлении). Данное решение позволяет освободить одну полосу частот шириной 4 кГц, которую можно использовать для резервирования команд либо организации дополнительных каналов связи.

По сравнению с высокочастотными цифровые каналы связи в РЗ и ПА существенно увеличивают скорость передачи команд и их количество. Кроме того, возможность организации сложных конфигураций – кольцевых, радиальных маршрутов, а также их сочетания – придает УПАСК дополнительную гибкость в доставке команд от места формирования к месту исполнения. Команды могут доставляться различными маршрутами, чем повышается надежность работы систем РЗА в случае выхода из строя отдельных элементов оборудования или каналов связи.

Были проведены исследования по организации мультиплексированных каналов передачи команд РЗ и ПА с резервированием на УПАСК типа АВАНТ К400, работающим в соответствии с протоколом С37.94 совместно с мультиплексорами различных типов и производителей. В результате тестирования различных схем конфигурации каналов связи были получены оптимальные технические решения по соединению УПАСК данного типа с мультиплексорами, измерены временные характеристики прохождения команд по маршрутам различной протяженности – с малым и большим числом транзитов. Время доставки команд в зависимости от протяженности маршрута составило от 7 до 9 мс. При этом измерены задержки при передаче сигнала в самом мультиплексоре. В зависимости от его типа задержка составляет от 0,4 до 0,6 мс.

Проработаны решения по организации сложных маршрутов с кольцевой, радиальной и смешанной конфигурациями каналов связи. Чтобы реализовать с применением интерфейса С37.94 маршрут типа «точка – многоточка», являющийся по определению соединением типа «точка – точка», то есть имеющий только один адрес назначения от пункта отправления, требуется дополнительная маршрутизация. Она может быть выполнена на самом устройстве передачи аварийных сигналов и ко-

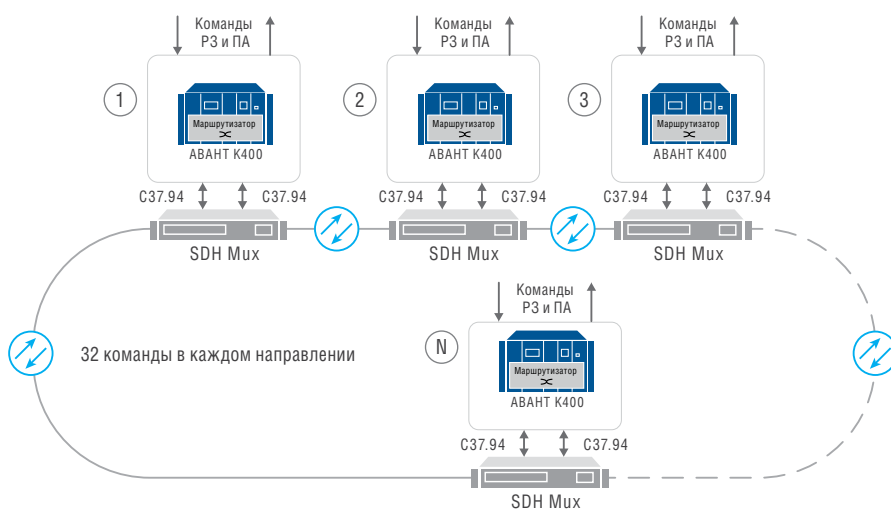


Рис. 3. Двухнаправленное кольцо для передачи команд на мультиплексорах и УПАСК

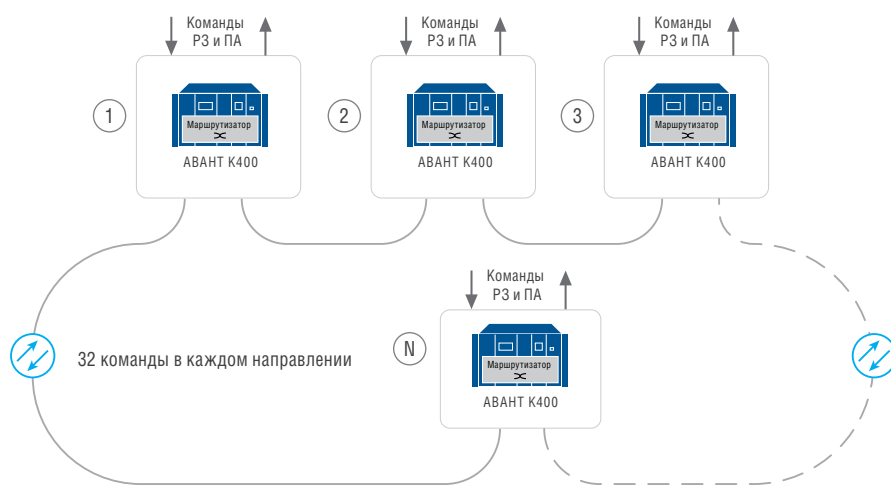


Рис. 4. Двухнаправленное кольцо для передачи команд на УПАСК

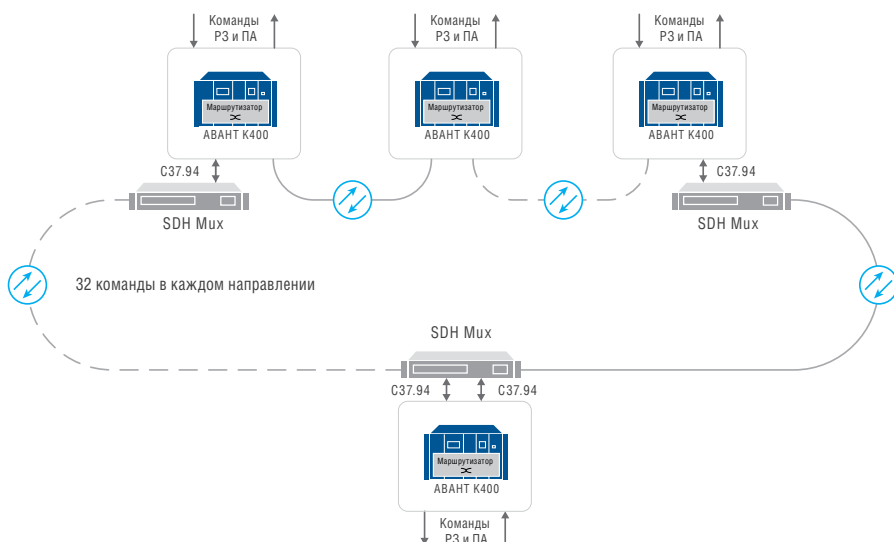


Рис. 5. Кольцо, построенное комбинацией мультиплексируемых каналов и выделенных каналов ВОЛС

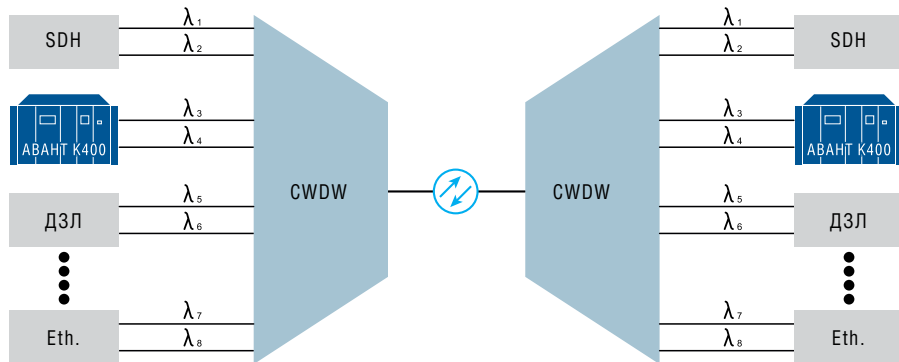


Рис. 6. Волновое мультиплексирование цифровых каналов связи

манд. Время, затраченное на переназначение той или иной команды, не превышает 0,3 мс.

На рис. 3 показан пример двунаправленного кольца для передачи команд, организованного на мультиплексах и приемопередатчиках АВАНТ К400 с функцией маршрутизации. В каждой узловой точке

кольца АВАНТ К400 формирует пакет в формате C37.94, а мультиплексор доставляет его к следующей точке. Здесь пакет распаковывается, из него извлекается часть команд для исполнения на данном объекте. Оставшаяся часть запаковывается вместе с вновь пришедшими командами и по кольцу отсылается к сле-

дующей точке. В результате данного построения сети команды могут входить на любой узловой точке кольца, а выходить на разных, в любых сочетаниях, до 32 команд суммарно. Базовое время передачи команд от одного приемопередатчика к ближайшему (транзит через один мультиплексор) составляет порядка 7 мс, задержка на один дополнительный мультиплексор добавит еще порядка 0,4...0,6 мс.

Таким же образом может быть построено кольцо по выделенному волокну (рис. 4). В нем в отличие от предыдущего решения транспортировка пакетов по кольцу возложена на УПАСК АВАНТ К400.

Кольцо также может представлять собой комбинацию мультиплексоров и УПАСК, включенных в одну транспортную сеть, как показано на рис. 5.

В ряде решений при организации цифровых каналов связи в целях экономии оптических волокон может быть применено волновое мультиплексирование, как это показано на рис. 6. Устройства связи, работающие на волнах разной длины, объединяются в волновом мультиплексоре (CWDM) и по одному волокну передают сигналы на аналогичное устройство, где производится обратное разделение несущих. Причем связь между CWDM-мультиплексорами может быть организована по одному волокну в обе стороны.

В заключение отметим, что большинство решений, описанных в настоящей статье, внедрены на объектах ПАО «Россети» и могут быть использованы в текущих и перспективных проектах.

А. Г. Чирков, заместитель генерального директора по энергосвязи,  
 Ю. Г. Чирков, к. т. н., руководитель группы разработки отдела энергосвязи,  
 ООО «Прософт-Системы», г. Екатеринбург,  
 тел.: +7 (343) 356-5111,  
 e-mail: info@prosoftsystems.ru,  
[www.prosoftsystems.ru](http://www.prosoftsystems.ru), прософт-системы.рф

# Приемопередатчики для каналов РЗ и ПА **АВАНТ**



АВАНТ P400



АВАНТ P3CK



АВАНТ K400

## АВАНТ P400

Приемопередатчик ВЧ-защит  
для двух- и трехконцевых линий

## АВАНТ P3CK

Приемопередатчик ВЧ-защит +  
дуплексный УПАСК на 4 команды  
в полосе 4 кГц (2+2)

## АВАНТ K400

Дуплексный УПАСК на 32 команды  
в полосе 4 кГц (2+2).  
УПАСК для цифровых каналов связи

## ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

- ▶ Построены на единой аппаратной платформе
- ▶ Сокращение используемых терминалов и частот
- ▶ Дополнительные возможности для резервирования каналов связи
- ▶ Совместимость в ВЧ-канале с ВЧ-постами и УПАСК других производителей (АВЗК-80, ПВЗ-90, ПВЗЛ, ВЧТО, АНКА-АВПА, АКПА, УПК-Ц и др.)
- ▶ Перестройка во всем диапазоне рабочих частот 16...1000 кГц без замены каналообразующих блоков
- ▶ Встроенное автоматическое измерение основных параметров ВЧ-канала и самого приемопередатчика
- ▶ Встроенный маршрутизатор команд для организации соединений «точка-многоточка» по цифровым каналам связи (ВОЛС и С37.94)
- ▶ Интеграция в АСУ ТП по МЭК 60870-5-104
- ▶ Простота ввода в эксплуатацию и обслуживания
- ▶ Увеличенный цикл обслуживания (до 8 лет) и срок эксплуатации (до 25 лет)