

О ПЕРЕДАЧЕ СИГНАЛОВ КОМАНД РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ ПО ЦИФРОВЫМ СЕТЯМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В.А. Харламов, к.т.н., начальник отдела оборудования ЗАО «Юнител Инжиниринг»

Системы релейной защиты (РЗ) обеспечивают быстрое отключение воздушных и кабельных линий электропередачи (ЛЭП) при возникновении на них повреждений, что необходимо для обеспечения нормальной работы остальной неповрежденной сети. Задачей систем противоаварийной автоматики (ПА) является обеспечение устойчивости сети при наличии в ней аварийных условий. В системах РЗ и ПА для обеспечения селективности, увеличения быстродействия и управления оборудованием используется передача сигналов команд по каналам связи между подстанциями (ПС). Функциями сигналов команд РЗ и ПА являются блокировка срабатывания систем РЗ (блокирующие команды), телеускорение систем РЗ (разрешающие команды), отключение оборудования (отключающие команды), передача сигналов команд ПА (например, фиксации отключения линии, фиксации включения линии и т. д.). Передача сигналов команд РЗ в основном используется для защиты ЛЭП 110 — 750 кВ. Команды ПА передаются между ПС 220 — 750 кВ. В настоящее время в российской электроэнергетике проектируются, и начинается реализация систем РЗ и ПА, в которых сигналы команд передаются между ПС 35 — 110 кВ.

К системам передачи сигналов команд РЗ и ПА предъявляются очень высокие требования к вероятности пропуска принимаемой команды (надежности), вероятности приема ложной команды (безопасности) и времени передачи команд [1], т.к. от правильной работы систем передачи сигналов команд зависит устойчивая и бесперебойная работа энергосистем.

Функцию передачи сигналов команд РЗ и ПА выполняют устройства передачи аварийных сигналов

команд (УПАСК). УПАСК для передачи сигналов команд РЗ и ПА используют различные среды распространения сигналов: фазные провода ЛЭП (оборудование каналов высокочастотной (ВЧ) связи), оптические и медные кабели (работа напрямую по кабелям или через мультиплексирующее оборудование цифровых сетей передачи информации (ЦСПИ)).

При построении систем РЗ и ПА используется оборудование контроля и управления командами РЗ и ПА, устанавливаемое между УПАСК и исполнительными устройствами, как это показано на рис.1.

В качестве оборудования контроля и управления командами РЗ и ПА используются так называемые промежуточные панели, которые позволяют:

- оперативно вводить и выводить ключами команды РЗ и ПА,
- фиксировать и отображать прием и передачу команд УПАСК,
- изменять направления передачи команд РЗ и ПА.

Ранее при реализации промежуточных панелей использовались отдельные ключи, накладки, лампы, промежуточные и указательные реле, которые монтировались на объектах по проектным схемам.

В настоящее время к устройствам РЗ и ПА предъявляются новые требования, которые отражены, в том числе и в стандарте ОАО «ФСК ЕЭС» [2]:

- регистрация положения ключей, прохождения команд и аварий в энергонезависимых регистраторах событий,
- интеграция устройств РЗ и ПА в системы АСУ ТП объектов,
- повышение надежности,
- уменьшение объемов проверок, а следовательно и затрат, при техническом обслуживании.

■ другие вопросы

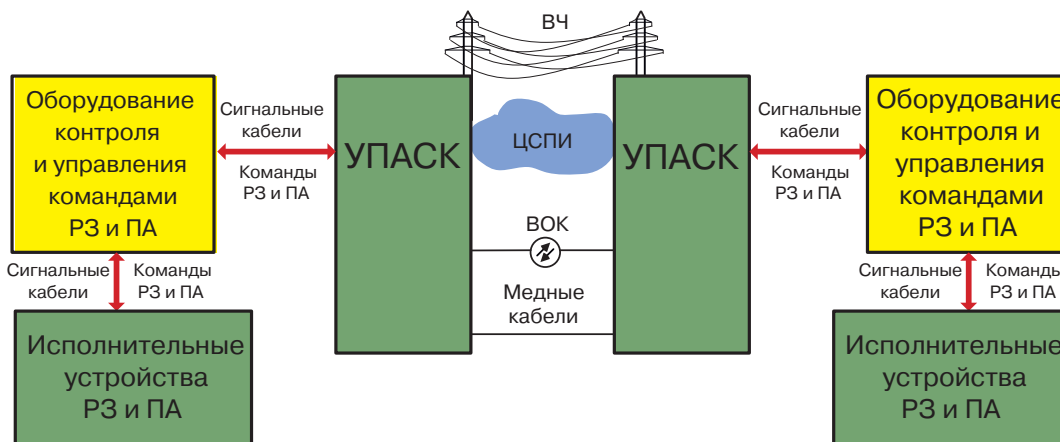


Рис. 1. Общая схема передачи сигналов команд РЗ и ПА

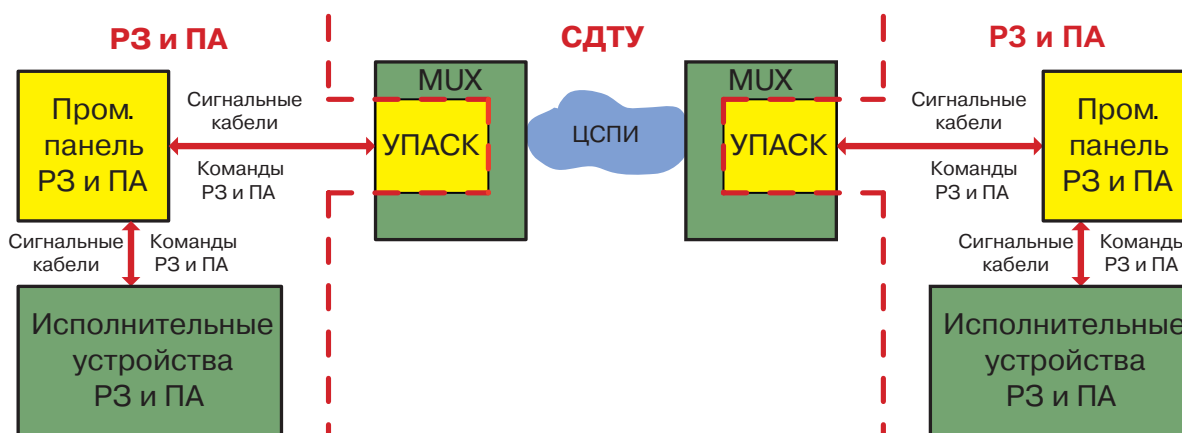


Рис. 2. Схема передачи сигналов команд РЗ и ПА с использованием встроенного в мультиплексор ЦСПИ УПАСК

Устройством контроля и управления, которое отвечает всем указанным выше требованиям, является оборудование ПКУ СР24 производства ЗАО «Юнител Инжиниринг». Данное устройство позволяет увеличить надежность промежуточных панелей и уменьшить объем проверок за счет уменьшения числа промежуточных соединений, уменьшить влияние человеческого фактора при монтаже, применять типовые технические решения. ЗАО «Юнител Инжиниринг» поставило около 300 панелей контроля и управления ПКУ СР24, которые успешно эксплуатируются на объектах российской электроэнергетики.

За последние годы в российской электроэнергетике широкое применение нашли ЦСПИ, используемые для организации телефонных каналов диспетчерской и технологической связи, каналов передачи данных корпоративных информационных систем, телемеханики, автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета

электроэнергии (АИИС КУЭ), автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), организации видеоконференций, и видеонаблюдения. При этом ЦСПИ строятся с использованием различных технологий передачи данных, например, SDH/PDH, xWDM, IP/MPLS и т. д.

Актуальной является задача использования данных сетей для организации каналов передачи сигналов команд РЗ и ПА. В настоящее время оборудование для передачи сигналов команд РЗ и ПА предлагает целый ряд отечественных и зарубежных производителей. Причем УПАСК разных производителей, использующие для передачи команд ЦСПИ, отличаются не только аппаратной реализацией и параметрами, но и идеологией построения систем.

На рис. 2 приведена система передачи сигналов команд с использованием встроенного в мультиплексор ЦСПИ УПАСК. Такие решения предлагают в основном зарубежные производители, например, ABB, TTC Marconi, RAD.

Основным недостатком решения со встроенным УПАСК является проблема разделения зон ответственности и обслуживания между службами релейной защиты и автоматики (РЗА) и средств диспетчерского и технологического управления (СДТУ) в мультиплексоре. Одно и то же устройство должны обслуживать две службы, не имеющие полной информации о специфике функциональности и параметров другой. Кроме того, программы интерфейса пользователя являются общими как для УПАСК, так и для систем связи, и часто без отдельных паролей для УПАСК и систем связи. Таким образом, возможны нарушения в работе оборудования из-за отсутствия понимания функциональности и параметров, относящихся к другой службе. Например, сотрудник службы СДТУ может случайно переназначить команды РЗ и ПА, и блокирующая команда станет отключающей, а отключающая блокирующей. Обнаружено это будет только при расследовании технологического нарушения после неправильной работы системы РЗ и ПА.

В последнее время все большую актуальность приобретает проблема кибербезопасности электроэнергетических систем [3]. При несанкционированном, в том числе и удаленном, доступе к мультиплексору будет получен полный контроль не только над оборудованием ЦСПИ, но и УПАСК, и несанкционированный пользователь может специально изменить параметры УПАСК либо указанным выше образом, либо полностью вывести его дискретные входы и выходы из работы.

Решением указанных проблем является вынос УПАСК из состава мультиплексора ЦСПИ, что показано на рис. 3. Данное решение предлагают отечественные и зарубежные производители УПАСК, например, АBB, AREVA, Siemens, ЗАО «Юнител Инжиниринг».

При реализации такого подхода к построению систем технологической связи обеспечивается разделение зон ответственности и обслуживания между службами РЗА и СДТУ. При этом служба РЗА обеспечивает обслуживание УПАСК, а служба СДТУ – мультиплексоров ЦСПИ, у каждой службы есть свои программы интерфейса пользователя. Доступ к оборудованию другой службы исключен. При кибератаках на ЦСПИ получить доступ к УПАСК в данном случае невозможно.

При подключении УПАСК к ЦСПИ используют различные цифровые интерфейсы: RS-422, RS-530, X.21, G.703, E1, C37.94. Недостатком интерфейсов RS-422, RS-530, X.21 является то, что они не обеспечивают постоянный мониторинг соединения между УПАСК и мультиплексорами ЦСПИ и не выдают УПАСК информацию о состоянии канала в самой ЦСПИ. Это усложняет эксплуатацию таких систем. Интерфейсы E1 и C37.94 обеспечивают как мониторинг соединения между УПАСК и мультиплексором ЦСПИ, так и выдачу в УПАСК информации о состоянии канала в ЦСПИ. В интерфейсе E1 это обеспечивается за счет формирования и выдачи сигналов аварийной сигнализации LOS, AIS и RDI [4], а в C37.94 за счет аварийной сигнализации LOS, AIS и Yellow Alarm [5]. Поэтому при подключении УПАСК к ЦСПИ желательно использовать интерфейсы E1 или C37.94.

Недостатком применения вынесенного УПАСК по сравнению со встроенным в мультиплексор ЦСПИ УПАСК является увеличение объема оборудования, что в свою очередь увеличивает себестоимость реализации данного решения.

Недостатком обоих решений, как использования встроенного в мультиплексор УПАСК, так и вынесенного УПАСК, является большое число сигнальных кабелей между исполнительными устройства-

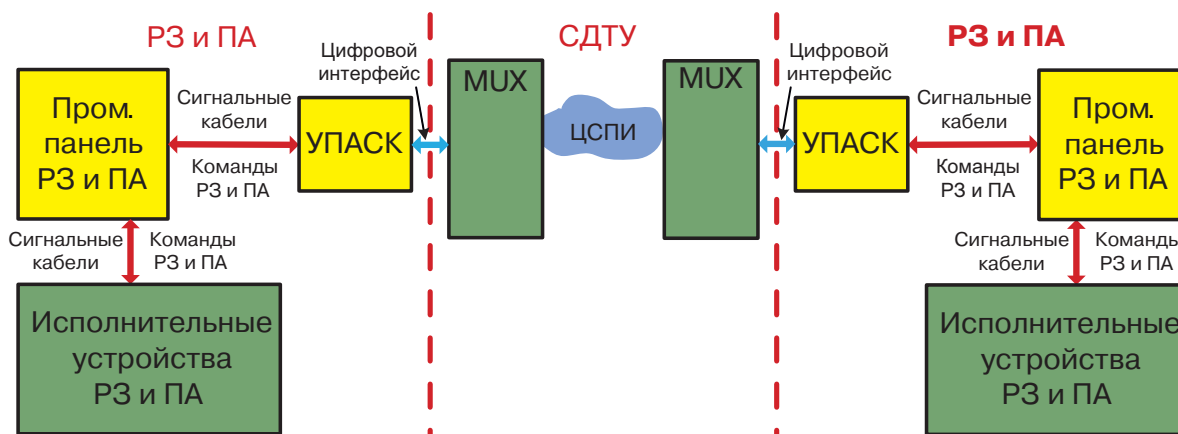


Рис.3. Схема передачи сигналов команд РЗ и ПА по ЦСПИ с использованием вынесенного УПАСК

■ другие вопросы

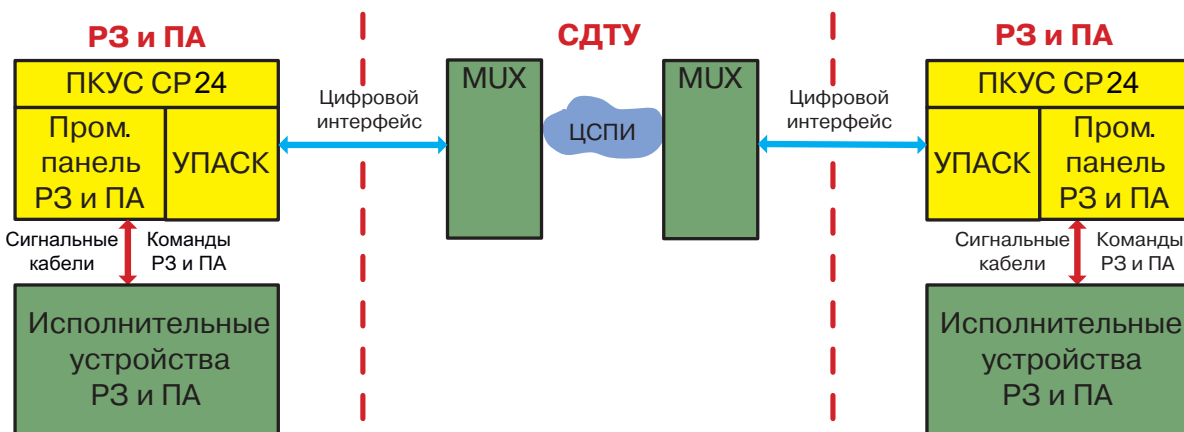


Рис.4. Схема передачи сигналов команд РЗ и ПА по ЦСПИ с использованием ПКУС СР24

ми РЗ и ПА, промежуточными панелями и УПАСК, большое число клеммных соединений и дискретных входов и выходов сигналов команд РЗ и ПА. Постоянного контроля работоспособности данных элементов нет, неисправность может быть обнаружена лишь при периодическом техническом обслуживании или после реального срабатывания систем РЗ и ПА.

ЗАО «Юнител Инжиниринг» предлагает инновационное решение с использованием панели контроля, управления и связи с системой регистрации ПКУС СР24, показанное на рис. 4. ПКУС СР24 разработана на базе хорошо зарекомендовавшей себя в эксплуатации панели контроля и управления с системой регистрации ПКУ СР24, и реализуется установкой в ПКУ СР24 модулей связи и процессора с повышенной производительностью. Передача команд РЗ и ПА возможна как по ЦСПИ с использованием интерфейсов E1 и IEEE C37.94, так и по выделенным оптическим волокнам (используются SFP модули). По сравнению с использованием как встроенного в мультиплексоры ЦСПИ УПАСК, так и вынесенного УПАСК существенно уменьшается число промежуточных соединений сигнальными кабелями.

На данный момент аналогов оборудования, в котором на базе одного устройства реализованы функциональности УПАСК и оборудования контроля и управления командами РЗ и ПА, в мире нет. Принципы функционирования и узлов оборудования ПКУС СР24 запатентованы. ПКУС СР24 сертифицирована на электромагнитную совместимость в системе ГОСТ Р и аттестована в ОАО «ФСК ЕЭС» для применения на объектах российской электроэнергетики.

При использовании ПКУС СР24 обеспечивается следующее:

- снижение себестоимости реализации технических решений, связанных с передачей сигналов команд РЗ и ПА,
- уменьшение объема и габаритных размеров оборудования РЗ и ПА,
- повышение надежности и уменьшение объемов работ при техническом обслуживании за счет уменьшения числа сигнальных кабелей, клеммных соединений и дискретных входов/выходов команд РЗ и ПА,
- исключение несанкционированного, в том числе и удаленного, доступа к УПАСК по ЦСПИ,
- интеграция оборудования в системы АСУ ТП объектов (в том числе и вывод в них информации о состоянии канала связи в ЦСПИ, который используется для передачи команд РЗ и ПА),
- четкое разделение зон ответственности и обслуживания между службами РЗА и СДТУ, что способствует надежной и устойчивой работе энергосистем.

Список литературы:

1. IEC 60834-1, Teleprotection equipment of power systems – Performance and testing – Part 1: Command systems.
2. СТО 56947007-33.040.20.123-2012 «Аттестационные требования к устройствам противоаварийной автоматики».
3. Гуревич В. И. Кибероружие против энергетики. — «PRO Электричество», 2011, №1, с. 26–29.
4. ITU-T G.775 (10/98), Loss of Signal (LOS), Alarm Indication Signal (AIS) and Remote Defect Indication (RDI) defect detection and clearance criteria for PDH signals.
5. IEEE C37.94-2002, IEEE Standard for N Times 64 Kilobit Per Second Optical Fiber Interfaces Between Teleprotection and Multiplexer Equipment.