

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



«Кадры для регионов»



ФГБОУ ВПО «Амурский государственный
университет»

Учебное пособие подготовлено в рамках реализации проекта о
подготовке высококвалифицированных кадров для предприятий и
организаций регионов («Кадры для регионов»)

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ ПО КАНАЛАМ СВЯЗИ

Методические указания к лабораторным работам

Благовещенск

Издательство АмГУ

2014

ББК 31.27-05я73
М 59

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
Амурского государственного
университета*

Разработано в рамках реализации гранта «Подготовка высококвалифицированных кадров в сфере электроэнергетики и горно-металлургической отрасли для предприятий Амурской области» по заказу предприятия-партнера – Открытого акционерного общества «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (ОАО «ДРСК»)

Рецензент:

А.В. Михалев, зам. генерального директора по техническим вопросам – главный инженер открытого акционерного общества «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (ОАО «ДРСК»).

М59 Микропроцессорные системы управления в энергетике и передача информации по каналам связи: методические указания к лабораторным работам / А.Н. Козлов. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 22 с.

Методические указания предназначены для слушателей образовательной программы повышения квалификации «Интеллектуальные электроэнергетические системы на базе SmartGrid».

В авторской редакции.

ББК 31.27-05я73
©Амурский государственный университет, 2014
©Козлов А.Н. (составитель), 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Использование вычислительной техники для создания устройств релейной защиты и автоматики – вопрос не новый. Но использовать для этой цели стационарные ЭВМ не имело смысла. Требовалось очень большое число датчиков и, соответственно, каналов связи их с машиной. Кроме того, поскольку алгоритмы работы большинства устройств защиты достаточно просты, машина загружалась слабо.

Бурное развитие цифровых технологий в релейной защите началось с появлением микропроцессоров. У цифровых защит есть ряд существенных преимуществ по сравнению с электромеханическими и электронными устройствами. Заключаются они, прежде всего, в следующем [1]:

- уменьшение массы и габаритов устройств, повышение аппаратной надежности за счет наличия функции самодиагностики;
- расширение и улучшение качества защитных функций;
- возможность непосредственной регистрации процессов и событий и их анализа;
- появление принципиально новых возможностей управления защитой и передачи от нее информации;
- технологичности производства микропроцессорных терминалов [1].

Однако указанное повышение эффективности может быть достигнуто лишь при правильном понимании и применении функций цифровой релейной защиты (ЦРЗ). Структура построения ЦРЗ, в которой нет физических блоков, соответствующих отдельным защитным функциям, требует изменения подхода к проверке ЦРЗ. В цифровых терминалах существенно возросло количество параметров, установка которых производится пользователем; в сложных защитах наличествует большое число сообщений различного вида. Все это в определенной степени усложняет обслуживание и требует квалифицированного персонала [1].

Охватить многообразие возможных реализаций функций цифровых защит невозможно ни в одной, ни в нескольких книгах. Цель настоящих методических указаний – рассмотреть некоторые принципы реализации прогнозирующих цифровых защит. В основу пособия положены материалы [1] и [2].

Настоящее учебное пособие – очередная часть комплекта учебно-методических материалов, разрабатываемого кафедрой энергетики

Амурского государственного университета в рамках реализации гранта Министерства образования и науки Российской Федерации «Подготовка высококвалифицированных кадров в сфере электроэнергетики и горно-металлургической отрасли для предприятий Амурской области» по заказу предприятия-партнера - открытого акционерного общества «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (ОАО «ДРСК»)

ВВЕДЕНИЕ

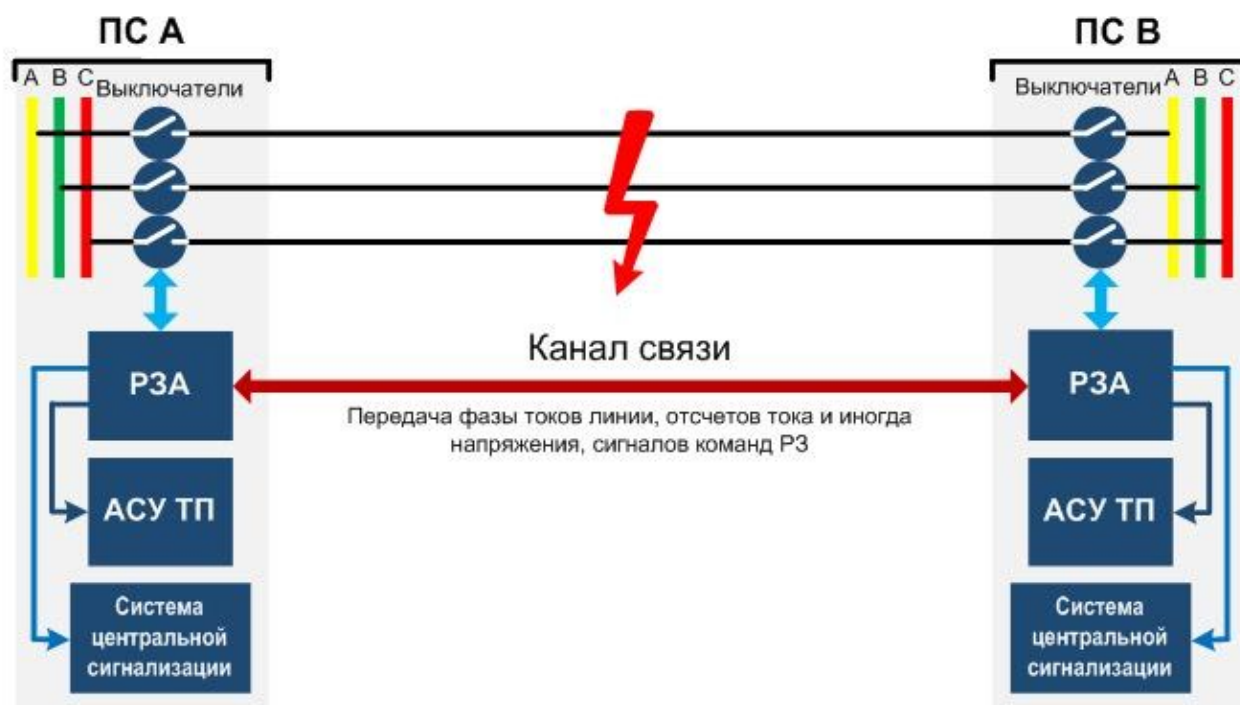
Как показывает статистика, общий процент неправильных действий ЦРЗ особенно сложных устройств в начальный период эксплуатации не снижается по сравнению с электромеханическими и статическими устройствами защитами, а в некоторых случаях даже возрастает. Это определяется не отказами аппаратуры, а, в первую очередь, ошибками при проектировании и обслуживании, связанными с неправильным использованием отдельных функций защит, ошибками при выборе и установке их параметров и уставок.

Эффективным средством снижения ошибок является использование программ расчета уставок и автоматизированных средств проверки. Важным также является обеспечение допустимой электромагнитной обстановки на объекте для снижения влияния помех и исключения возможности повреждения ЦРЗ. Таким образом, реальная эксплуатационная эффективность ЦРЗ может быть достигнута лишь при правильном использовании ее функций и грамотной эксплуатации, что обуславливает необходимость соответствующей подготовки проектирующего и эксплуатационного персонала энергосистем.

ОРГАНИЗАЦИЯ КАНАЛОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ [2]

Системы релейной защиты и автоматики (РЗА) обеспечивают быстрое отключение воздушных и кабельных линии электропередачи (ЛЭП) и первичного оборудования при возникновении на них повреждений. Это необходимо для обеспечения нормальной работы неповрежденной части сети и объектов электроэнергетики.

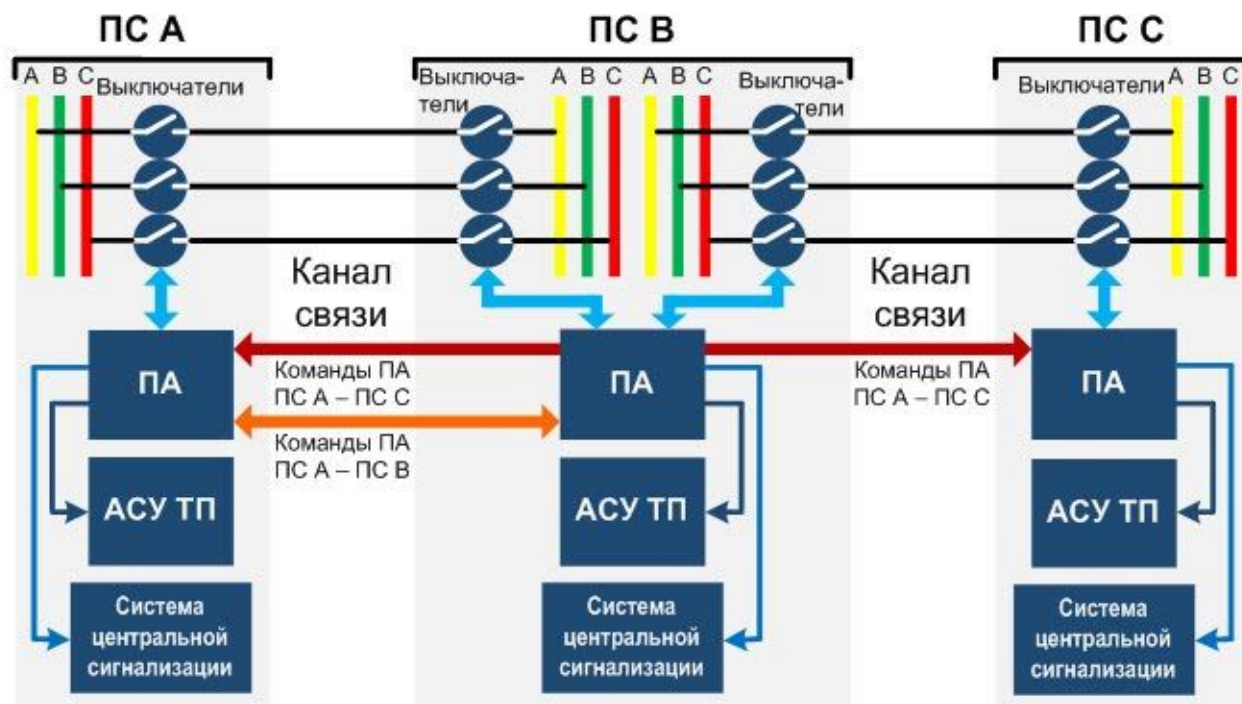
Каналы технологической связи в системах РЗА обеспечивают обмен информацией о фазе тока по концам защищаемой линии в системах дифференциально-фазных защит (ДФЗ) и о токах и иногда напряжениях в системах дифференциальных защит линий (ДЗЛ), а также передачу и прием сигналов и команд систем РЗА, например, защит с высокочастотной блокировкой (ВЧБ), комплектов ступенчатых защит (КСЗ) и др.



Системы противоаварийной автоматики (ПА) обеспечивают устойчивое функционирование энергосистемы и объектов энергетики в целом при наличии в них аварийных условий. В России накоплен огромный - более 40 лет - опыт разработки, реализации и эксплуатации систем ПА. В ряде зарубежных стран в последнее время ведутся работы в области системной автоматики, например, внедряются Wide Area Monitoring, Protection, and Control Systems (WAMPAC).

Каналы технологической связи для систем ПА, например, систем автоматического отключения нагрузки (САОН), автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР), фиксации отключения линии (ФОЛ) и т.д.,

обеспечивают в пределах всей энергосистемы передачу и прием управляющих воздействий, сигналов команд ПА, данных синхронных векторных измерений, до и послеаварийных режимов, мониторинга и осциллографии, телемеханику.



По сути решаемых задач каналы технологической связи являются частью технологического оборудования и систем, неотъемлемой частью процессов генерации и распределения энергии, от надежной и правильной работы которой зависит устойчивая и бесперебойная работа энергосистем и предприятий энергокомплекса в целом.

Для обеспечения непрерывности технологического процесса каналам технологической связи и системам передачи сигналов и команд РЗ и ПА предъявляются специальные требования по вероятности пропуска управляющих воздействий, команд и данных (надежности), вероятности приема излишних и ложных сигналов и сообщений, а также вероятности изменения/трансформации сигналов и сообщений (безопасности), времени доставки, обработки или задержки информации, условиям эксплуатации и обслуживания и др.

В качестве сред распространения сигналов в технологических системах связи используются лишь те, которые обеспечивают всю совокупность перечисленных выше параметров: фазные провода ЛЭП (ВЧ каналы), оптические и медные кабели, специально построенные цифровые системы передачи информации (ЦСПИ) по оптическим и медным кабелям, радиорелейные линии (РРЛ) и РРЛ в составе ЦСПИ, WDM линии и системы связи.

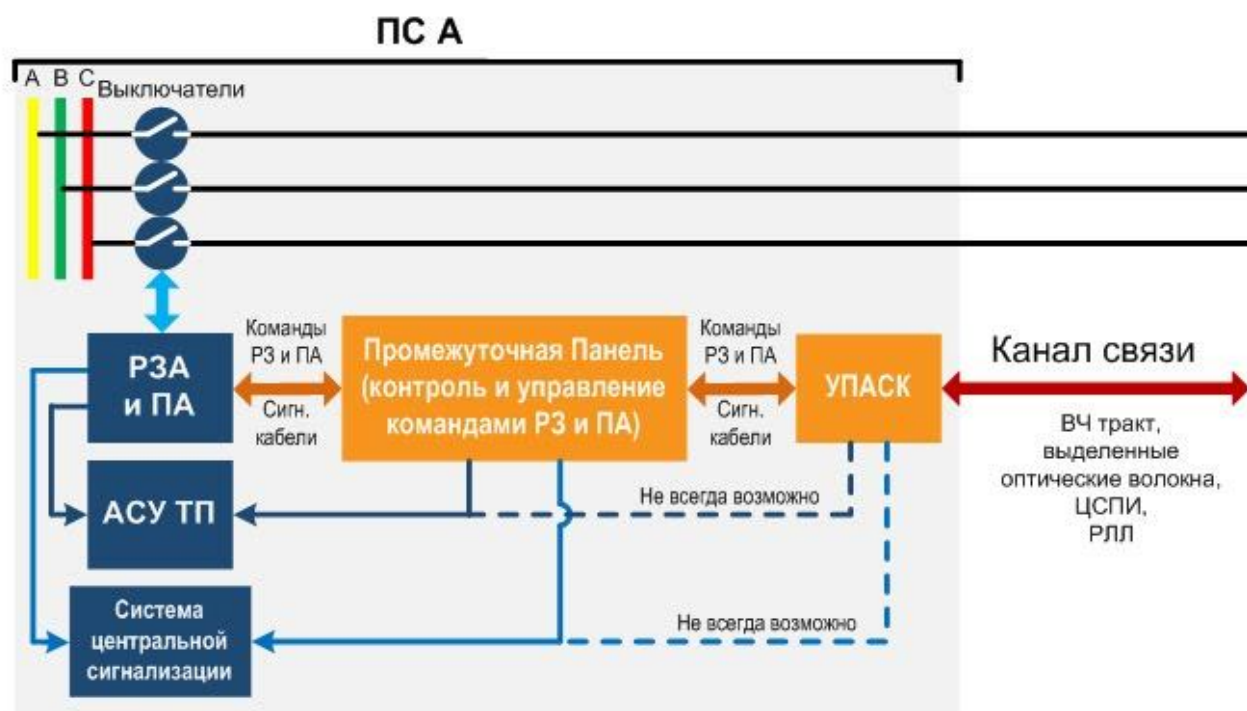
В качестве оборудования систем используются:

- для ДФЗ – монтируемые на панелях защит и работающие по ВЧ трактам специализированные приемо-передатчики;

- для ДЗЛ – встроенные в защиты и работающие по выделенным оптическим волокнам модули. В последнее время для увеличения длины оптических трактов используется подключение терминалов ДЗЛ к ЦСПИ (чаще по интерфейсу С37.94);

- для передачи управляющих воздействий и сигналов команд РЗ и ПА – устройства передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК).

Для контроля и управления сигналами воздействий и командами РЗ и ПА используется дополнительное оборудование – промежуточные панели (ПП), устанавливаемые между УПАСК и/или защитами и исполнительными устройствами РЗ и ПА.



Функциональность ПП позволяет расширить номенклатуру используемых УПАСК, так как ПП могут компенсировать присущие УПАСК недостатки:

- слабая устойчивость к электромагнитным помехам, существующим на объектах ТЭК,

- отсутствие возможности интеграции в автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) объектов по принятым в российской энергетике протоколам технологической зоны,

- у устаревших, давно эксплуатируемых УПАСК – отсутствие регистраторов событий.

Для современных УПАСК зарубежных производителей в дополнение к перечисленным недостаткам характерно:

- несоответствие параметров дискретных входов команд российским требованиям, включая отраслевые стандарты ОАО «ФСК ЕЭС»: низкие пороги срабатывания, малые токи срабатывания и удержания, недостаточная задержка на срабатывание дискретных входов, срабатывание от напряжения как прямой, так и обратной полярности,

- отсутствие энергонезависимых регистраторов событий и возможность редактирования записей регистраторов, что делает затруднительным, а иногда невозможным, объективный анализ работы систем РЗА и ПА при технологических нарушениях,

- отсутствие фиксации индикации передачи и приема сигналов команд для оперативного персонала,

- невозможность интеграции в АСУ ТП, включение в системы управления корпоративными сетями связи по открытому незащищенному протоколу SNMP, и, как следствие, отсутствие доступной технологическим службам энергетики информации о функционировании канала связи, УПАСК и передаваемой информации

- частое отсутствие рабочего русифицированного управляющего программного обеспечения (ПО).

ЦСПИ

В настоящее время с целью унификации технических и аппаратных решений в корпоративных сетях российской электроэнергетики используют разработанное для иностранных операторов связи SDH/PDH оборудование ЦСПИ, в которое для создания технологических каналов связи для РЗА и ПА устанавливаются специализированные модули интерфейсов С37.94 и модули УПАСК.

Использование ЦСПИ на базе других технологий, например, IP/Ethernet или MPLS, тормозится отсутствием исследований соответствующей тематики. Для их широкого применения необходимо определить принципы построения технологических каналов в таких сетях, обозначить границы применения новых технологий и устранить обнаруженные, в том числе и ЗАО «Юнител Инжиниринг», недостатки, мешающие организации по ним каналов технологической связи.

Модули С37.94

В рамках стандарта С37.94, который описывает оптический интерфейс между оборудованием ЦСПИ и оборудованием РЗА и ПА, для повышения безопасности передачи информации была выполнена модификация формата цикла стандарта G.704, используемого в интерфейсах E1 (в том числе за счет использования передачи бита данных и его инверсии). Однако это привело к уменьшению доступной пользователю пропускной способности интерфейса (12 по 64 кбит/с в С37.94, вместо 31 по 64 кбит/с в E1). При этом полученная безопасность каналов С37.94 без использования дополнительного помехоустойчивого кодирования очень низка – в 1000 и более раз хуже, чем у традиционных УПАСК по ВЧ каналам, не говоря о цифровых УПАСК, в которых используется более сложное кодирование.

Существуют полнофункционально интегрированные в аппаратуру ЦСПИ модули С37.94 (обмен данными с другими модулями аппаратуры ЦСПИ организуется по внутренней цифровой шине аппаратуры ЦСПИ), и, по сути дела, внешние преобразователи С37.94, которые устанавливаются в шасси с аппаратурой ЦСПИ, используют ее питание и подключаются к интерфейсным модулям с помощью внешних кабельных соединений.

Практические реализации модулей интерфейсов С37.94, как правило, обладают следующими недостатками:

- ограничение функциональности создаваемых каналов конфигурациями «точка-точка», что требует для передачи информации в нескольких направлениях увеличения числа портов оборудования ЦСПИ, РЗА и ПА, а также увеличивать число оптических кабелей (при этом в E1 информация может передаваться в нескольких направлениях, что позволяет организовывать каналы «точка-несколько направлений»),

- отсутствие сохранения списков событий в энергонезависимых регистраторах (сброс регистраторов при снятии питания), приводящее к усложнению расследований технологических нарушений,

- отсутствие необходимого количества реле аварийной сигнализации, а иногда их полное отсутствие,

- отсутствие возможности вывода информации об отказах каналов РЗА и ПА в АСУ ТП и системы центральной сигнализации «сухими» контактами и по протоколам, используемым в РЗА и ПА, приводящее к невозможности оперативного контроля состояния технологических каналов службами РЗА и ПА (эта информация в лучшем случае подменяется информацией о состоянии агрегатного/группового STM-1/4/16 канала «точка-точка»).

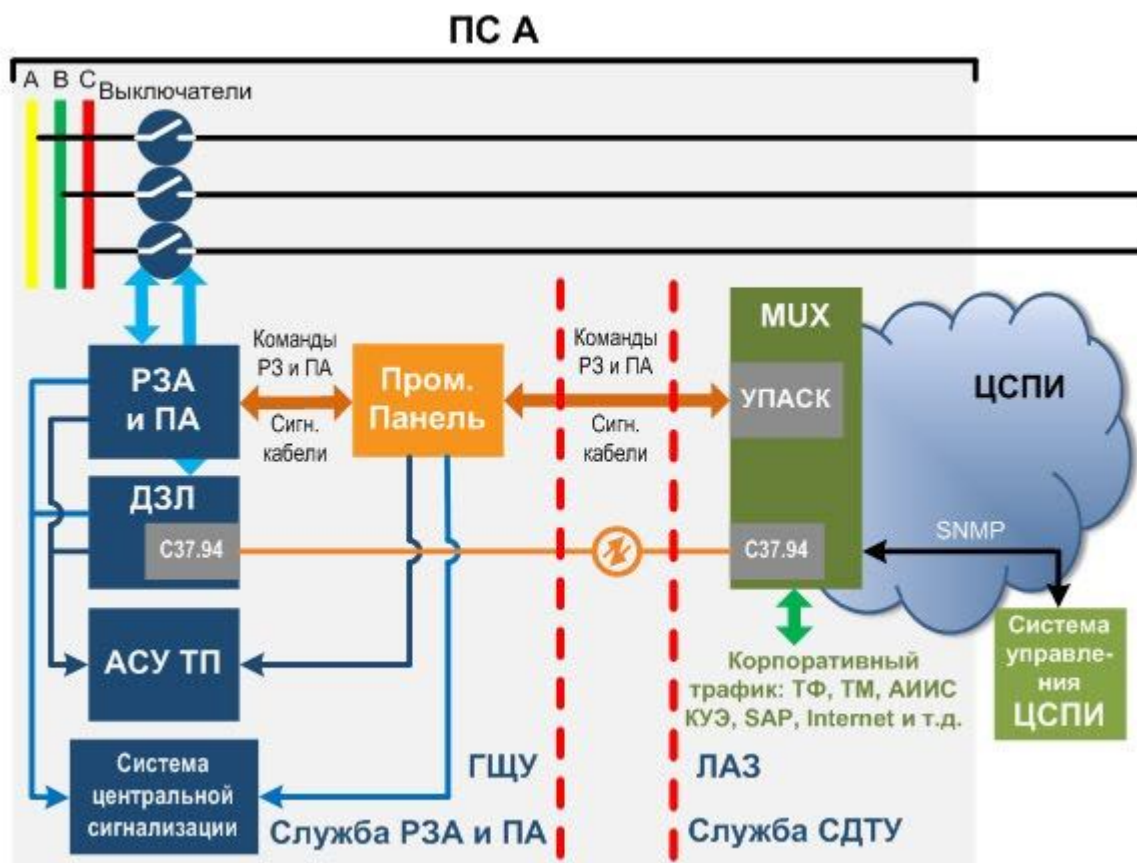
Модули встроенных УПАСК

Модули встроенных УПАСК – специальные модули в аппаратуре ЦСПИ, предназначенные для передачи сигналов команд и управляющих воздействий. Предлагаются в основном зарубежными производителями.

Большинство встроенных УПАСК обладает теми же недостатками, что и внешние УПАСК зарубежных производителей и встроенные модули интерфейсов С37.94. Однако есть один принципиальный момент. Если модули интерфейсов С37.94 умными производителями систем используются просто как интерфейсы зоны ЦСПИ для устройств технологической зоны, то встроенные УПАСК сами являются устройствами технологической зоны, расположенными в не совсем подходящем им месте.

Технические решения

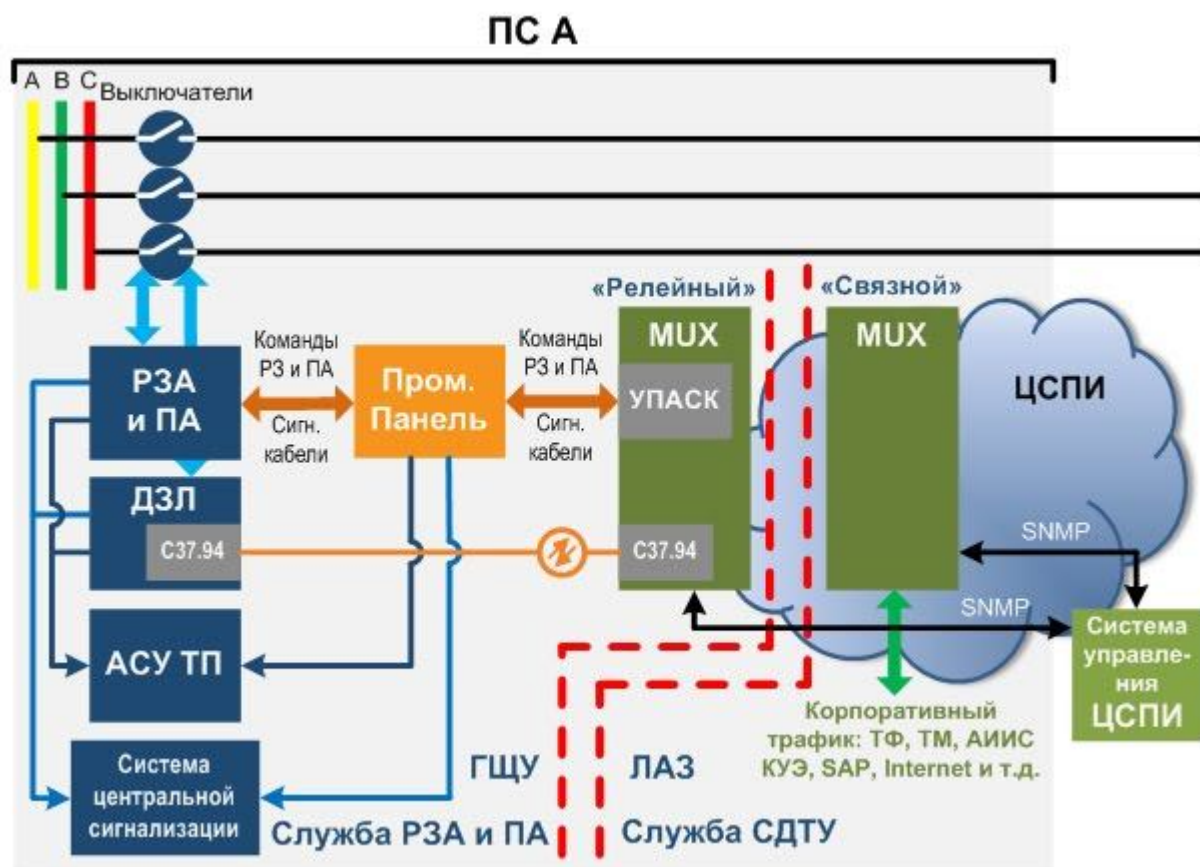
Наиболее распространенная конфигурация узла доступа ЦСПИ представляет собой мультиплексор с установленными в него специализированными модулями С37.94 и УПАСК. С точки зрения экономии аппаратных ресурсов схема привлекательна и встречается в ряде энергетических компаний за рубежом.



Однако в России из-за несоответствия отраслевым требованиям модулей УПАСК, С37.94 и системы питания мультиплексоров обязательна установка ПП и шкафов с дополнительным оборудованием, что нивелирует ранее достигнутые проектные и экономические выгоды.

Использование такой схемы ЦСПИ сопряжено с организационными и эксплуатационными проблемами. Часть ЦСПИ, находящейся в зоне ответственности и обслуживания служб СДТУ (часто на аутсорсинге), по технологическим требованиям оказывается в зоне ответственности и обслуживания служб РЗА и ПА, и должна быть интегрирована в АСУ ТП и систему центральной сигнализации объектов. Реально технологическая часть ЦСПИ недоступна службам РЗА и ПА вовсе, а «интеграция» их выполнена не в АСУ ТП системы, а системы управления ЦСПИ - не защищенные и редактируемые. Информация о состоянии встроенных модулей УПАСК и С37.94, готовности технологических каналов и передаваемой по ним информации доступны только службам СДТУ, а не РЗА и ПА. События в системах управления ЦСПИ сохраняются в файлах с редактируемым форматом, и в них могут быть удалены нежелательные или созданы новые события. Доступа к технологической системе ни физически, ни информационно оперативному персоналу на объектах нет. Эта технологическая часть ЦСПИ не подчиняется правилам и регламентам технической эксплуатации, обслуживания, профилактики, сроков службы и др. технологической зоны энергетики. Выполнение технического обслуживания (ТО) встроенного УПАСК требует снятия напряжения питания с аппаратуры ЦСПИ в целом, например, при измерении сопротивления изоляции или испытаниях изоляции дискретных входов/выходов УПАСК, что приводит к прерыванию всех других каналов связи, в том числе и других каналов РЗА и ПА, например, ДЗЛ.

Пытаясь решить указанные проблемы, на объекте устанавливаются два отдельных мультиплексора доступа ЦСПИ: один «релейный» для нужд служб РЗА и ПА, другой «связной» для служб СДТУ. Ничего, кроме удвоения стоимости системы, усложнения топологии ЦСПИ и захламления территории объекта это не дает. Все разделение зон ответственности и обслуживания служб РЗА и служб СДТУ сводится к появлению в технологической зоне оборудования ЦСПИ. Реально «релейный» мультиплексор ЦСПИ со встроенными модулями УПАСК и С37.94 по-прежнему полностью находится под контролем и управлением служб СДТУ. И «интегрирован» он в систему управления ЦСПИ. Возможность вывести информацию о состоянии каналов технологической связи и прохождении команд РЗ и ПА в АСУ ТП и в системы центральной сигнализации объектов отсутствует.



Встроенные модули УПАСК и С37.94 разных производителей не совместимы между собой, что приводит к монополизации рынка ЦСПИ энергосистем одним изготовителем. В целом страна поделена на «зоны влияния» 3-5 зарубежными производителями, российские компании на рынке ЦСПИ отсутствуют. Одним из механизмов выдавливания российских компаний с рынка ЦСПИ является категоричное выполнение требований по обеспечению совместимости с несовершенными и морально устаревшими иностранными решениями (встроенные модули УПАСК и С37.94) – некоторым из них исполнилось уже более 20 лет.

БЕЗОПАСНОСТЬ

Оборудование

Мультиплексоры и маршрутизаторы ЦСПИ по большей части построены с использованием устаревших версий операционных систем (ОС) Linux/Unix, QNX, рSOSystem и других ОС с известными уязвимостями. Управляющее ПО для работы с оборудованием ЦСПИ реализовано на базе ОС Windows или Linux/Unix с использованием широко распространенных протоколов Telnet и

SNMP с подключением к оборудованию по Ethernet, и позволяет работать не только с локальным оборудованием, но и со всем оборудованием в сети.

Поэтому локально или дистанционно, немедленно или отложено могут быть поражены:

- управляющее ПО (наименее опасно, если не приводит к поражению оборудования и каналов в ЦСПИ),

- аппаратные и программные ядра оборудования ЦСПИ, что может привести к его отказу, изменению функциональности (конфигурации) или искажению передаваемой информации (опасно, т.к. нарушит корпоративную сеть и технологические каналы),

- встроенные в оборудование специализированные для электроэнергетики модули, результатом чего может быть их отказ без какой-либо аварийной сигнализации, изменение функциональности (конфигурации) и формирование, например, во встроенных УПАСК ложных или излишних управляющих воздействий ПА (наиболее опасно, т.к. может привести к системным авариям в энергосистеме).

Самое эффективное по себестоимости на этапе «авральной» реконструкции и переноса зарубежных технологий решение, в условиях плановой реконструкции и нормальных эксплуатации и обслуживания имеет большую стоимость, чем классические решения. Особенно это появляется при решении вопросов резервирования и соблюдения регламентов обслуживания технологической зоны.

Во многих странах дальнего зарубежья использование встроенных в мультиплексоры доступа ЦСПИ УПАСК запрещено, так же как запрещено использование одного поставщика для систем ЦСПИ и систем технологической связи.

Управление, эксплуатация

Используемым в России конфигурациям ЦСПИ свойственен общий недостаток – низкая информационная безопасность, невозможность исключения локального и удаленного несанкционированного доступа к встроенным модулям УПАСК. Сам факт преднамеренного или случайного поражения, встроенного УПАСК в среде ЦСПИ иногда определить невозможно в принципе. Так отложенное поражение может быть вызвано легитимными причинами, например, переназначением дискретных входов и выходов с помощью штатного ПО. Такое переназначение, которое с точки зрения ЦСПИ и их систем управления выглядит штатным действием, для которого не требуется даже присутствие персонала на объекте, может быть выявлено только после

неправильного срабатывания систем РЗА или ПА. Неконтролируемая переконфигурация в этом случае изменяет логику работы не конкретного УПАСК, а системы РЗА и ПА в целом, затрагивает технологическую целостность всей энергосистемы.

Причины этого в том, что:

- работа с оборудованием разных зон ответственности и функциональности выполняется одним и тем же ПО, часто без отдельных паролей на УПАСК (функциональность РЗА и ПА),

- ни одна из служб не имеет полной информации о специфике функциональности и параметров другой,

- обслуживание оборудования силами специалистов служб СДТУ требует от них выполнения несвойственных им работ, ряд из которых требует отключения питания мультиплексора с соответствующим прерыванием каналов, например, измерения сопротивления изоляции дискретных входов и выходов, измерения их напряжения и токов срабатывания и т.д. – длинного ряда работ, предусмотренных регламентами обслуживания и эксплуатации РЗА и ПА,

- обслуживание оборудования силами специалистов служб СДТУ требует от них обладания не специфическими знаниями, например, в России распространены случаи излишнего срабатывания встроенных систем УПАСК, воспринимаемые службами СДТУ как нормальное функционирование,

- в ЦСПИ и СДТУ отсутствуют механизмы, присутствующие в РЗА и АСУ ТП, например, динамического отслеживания изменения конфигураций, функционирования подканалов связи (по назначению), передаваемых и передаваемых сигналов и др.

По отзывам сотрудников эксплуатирующих организаций все чаще звучит, что использование множества, представленных на рынке электроэнергетики России, иностранных оборудования и технических решений приводит к:

- повышению числа ошибок в проектных решениях,
- увеличению времени разработки проектных решений,
- увеличению времени на анализ и рассмотрение проектов,
- отсутствию унификации конструктивных и схемных решений,
- отсутствию типовых методик по техническому обслуживанию,
- повышению требований к уровню квалификации обслуживающего персонала и увеличению затрат на его обучение,
- увеличению сложности прогнозирования и определения норм трудозатрат.

Решения

Рядовые задачи обеспечения информационной безопасности в корпоративных сетях отличаются от задач ее обеспечения в технологическом сегменте. В корпоративных сетях необходимо обеспечить недопущение искажения или поражения информации и ее передачу правильному адресату. В технологических каналах связи кроме этого необходимо обеспечить нормированное время передачи / доставки информации при заданных надежности и безопасности. Стандартные методы, основанные на информационной избыточности, например, приведенные в ГОСТ Р 34.10-2012 и ГОСТ Р 34.11-2012, негативно сказываются как на времени передачи технологического трафика, так и на надежности его передачи, что приводит к увеличению требований по пропускной способности каналов, что в технологических системах обычно невозможно.

Решением задач по созданию универсальной, эффективной и безопасной системы каналов технологической связи для систем РЗА и ПА, а также реализации национальных программ инноваций и импортозамещения занимается компания ЗАО «Юнител Инжиниринг», в понимании которой:

– импортозамещение – это не просто замена импортного оборудования на отечественное, а формирование технической политики, наиболее приемлемой для российской энергетики, как следствие – принципы, озвученные ЗАО «Юнител Инжиниринг» некоторое время назад, сегодня используются многими зарубежными компаниями,

– инновации – улучшение качества функционирования оборудования и систем при обязательном получении экономического эффекта сегодня или в ближайшей перспективе, а не в неопределенном будущем.

Предметами инновационной деятельности компании, которая основывается на соблюдении национальных и отраслевых стандартов, от выполнения требований которых зависит надежная и устойчивая работа систем в электроэнергетике, являются новые эксплуатационные свойства оборудования и системных решений, снижение их стоимости и затрат на их эксплуатацию, типизация технических решений, удобство при использовании, повышение устойчивости к внешним воздействиям и несанкционированному доступу.

Основной принцип деятельности ЗАО «Юнител Инжиниринг» – отказ от имитации инноваций, отказ от копирования зарубежных технологий, тем более не всегда первой свежести, и их покупки под видом новейших инновационных разработок.

Для решения поставленных задач компанией ЗАО «Юнител Инжиниринг» разработаны и выпускаются в России устройства семейства оборудования ПКУ, состоящее из двух линеек:

Линейка оборудования обработки и передачи команд РЗ и ПА

– **ПКУ СР24** – Панель контроля и управления с системой регистрации (промежуточная панель),

– **ПКУС СР24** – Панель контроля, управления и связи с системой регистрации (промежуточная панель и УПАСК в одном конструктиве),

– **ПКУС СР24 Модуль СКО** – Малогабаритный УПАСК, совместимый на канальном уровне с ПКУС СР24 (ПКУС СР24 без ключей),

• ***Линейка преобразователей интерфейсов***

– **ПКУС СР24 Модуль ЭО1** – Одноканальный преобразователь оптических интерфейсов С37.94 или Е1 в электрический Е1,

– **ПКУС СР24 Модуль ЭО2** – Два независимых двухканальных преобразователя оптических интерфейсов С37.94 или Е1 в электрические Е1 с кросс-коммутацией.

Общие отличительные особенности всех устройств семейства ПКУ:

– полное соответствие национальным и отраслевым стандартам,
– соответствие или превышение российских требований по ЭМС,
– совместимость с любой каналобразующей аппаратурой и электромеханическими, микроэлектронными и микропроцессорными устройствами РЗА и ПА,

– конфигурация пользователем, русскоязычное управляющее программное обеспечение,

– оптические порты с использованием SFP модулей (многомодовые 850 нм, одномодовые 1310 и 1550 нм, CWDM и DWDM), расстояние 2...240 км,

– светодиоды для индикации состояния устройства, в том числе, там, где требуется, с фиксацией индикации,

– энергонезависимые регистраторы событий без возможности редактирования для регистрации прохождения команд РЗ и ПА, аварий и манипуляций с оборудованием,

– встроенные часы с разрешением 1 мс и возможностью синхронизации по входу IRIG-B,

– сохранение считанных событий в файлах с не редактируемым форматом и в формате COMTRADE,

– «сухие» контакты аппаратных аварий и аварий каналов связи для систем центральной сигнализации и АСУ ТП,

– интеграция в АСУ ТП по принятым в российской энергетике протоколам технологической зоны,

– специальные меры для обеспечения информационной безопасности (отсутствие ОС и т.д.).

Семейство оборудования ПКУ может самостоятельно решать задачи по построению технологических каналов связи малой емкости. Одновременно семейство оборудования ПКУ может быть использовано совместно с решениями, предлагаемыми ЗАО «Юнител Инжиниринг» по построению ЦСПИ на базе оборудования российских и иностранных производителей Alcatel-Lucent, Ciena, KEYMILE, ТТС Marcony, NEC, Cisco и др., и по построению ВЧ каналов, в том числе на базе отечественного оборудования АКСТ «Линия-Ц». Так же семейство оборудования ПКУ может быть использовано для наложения каналов технологической связи на любую существующую сеть ЦСПИ, удовлетворяющую требованиям РЗА и ПА как среды передачи.

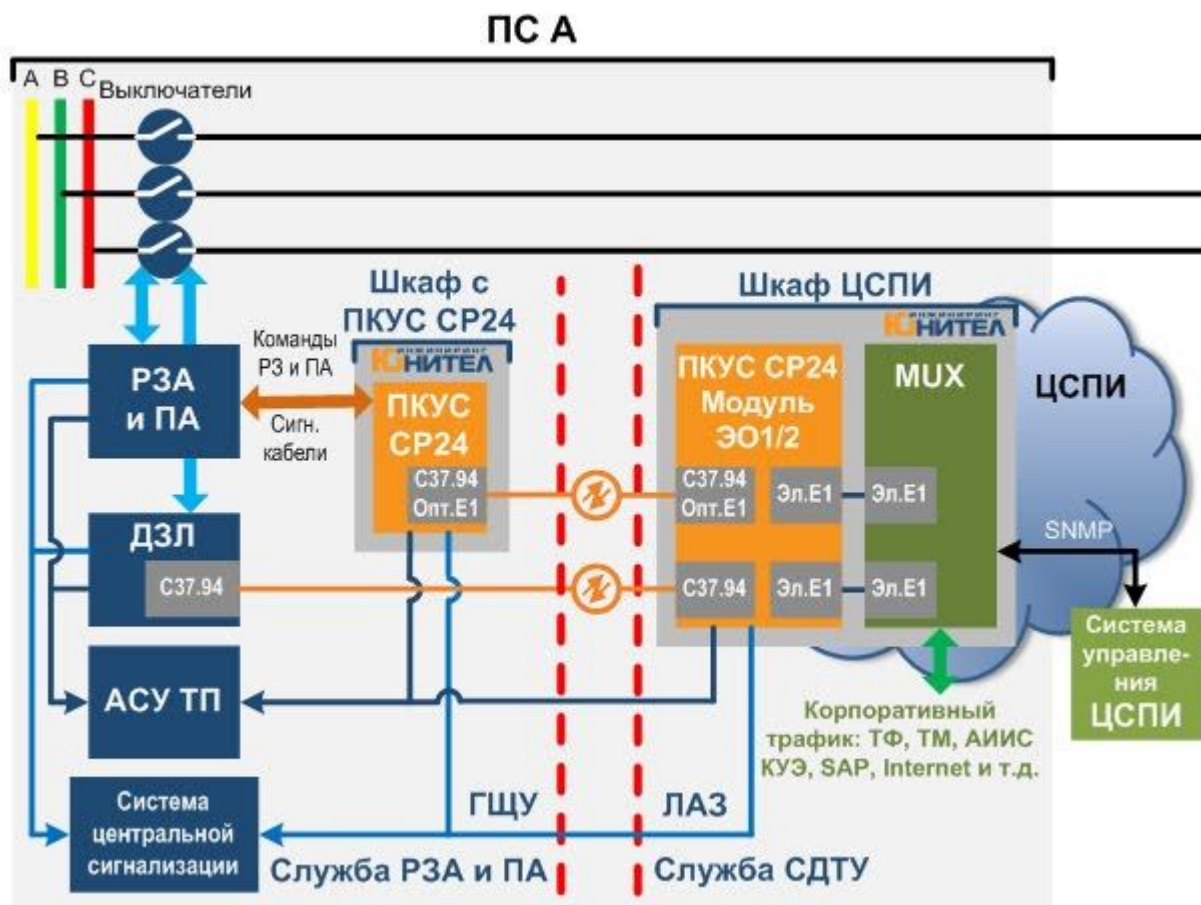
На базе семейства ПКУ реализованы типовые технические решения с использованием проверенных и одобренных эксплуатацией принципов и компонентов:

- Шкафы с **ПКУ СР24**,
 - Шкафы с **ПКУ СР24** и **УПАСК** различных производителей,
 - Шкафы с **ПКУС СР24** и **ПКУС СР24 Модуль СКО**,
 - Шкафы с **оборудованием ЦСПИ** и **ПКУС СР24 Модуль ЭО1/2** (есть варианты с установкой дополнительного оборудования, например, ИБП).
- Схемы типовых схем шкафов доступны по запросу на info@uni-eng.ru.

Применение семейства оборудования ПКУ позволяет отказаться от использования на объектах «связного» и «релейного» мультиплексоров, оставив один мультиплексор в зоне эксплуатации и обслуживания служб СДТУ.

Данное решение обеспечивает:

- реализацию национальной программы импортозамещения за счет отказа от УПАСК и встроенных модулей С37.94 зарубежных производителей,
- разделение зон ответственности и обслуживания служб РЗА и ПА и служб СДТУ,
- контроль каналов РЗА и ПА по ЦСПИ в системах центральной сигнализации объектов, интеграцию в АСУ ТП, фиксацию их отказов в РАС,
- исключение несанкционированного доступа к системам РЗА и ПА через ЦСПИ → упрощение обеспечения их информационной безопасности,
- уменьшение числа сигнальных кабелей, дискретных входов/выходов за счет объединения в одном конструктиве УПАСК и ПП в ПКУС СР24 → снижение стоимости, увеличение надежности и уменьшение расходов на эксплуатацию,



- уменьшение числа мультиплексоров доступа в ЦСПИ → снижение стоимости, в том числе за счет уменьшения числа лицензий для систем управления,
- упрощение сетевых топологий → увеличение надежности ЦСПИ и соответственно организованных по ней каналов РЗА и ПА,
- высвобождение места на объектах электроэнергетики,
- применение типовых технических решений,
- упрощение проведения технического обслуживания устройств, анализа срабатывания систем РЗА и ПА,
- исключение необходимости использования в ЦСПИ мультиплексоров доступа одного производителя при построении каналов РЗА и ПА → демонополизация рынка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.
2. Решение актуальных для российской электроэнергетики задач по организации каналов технологической связи. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uni-eng.ru/services/kanaly-rza-i-pa> (дата обращения 24.12.2014).

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Организация каналов технологической связи	6
ЦСПИ	9
Модули С37.94	10
Модули встроенных УПАСК	11
Технические решения	11
Безопасность	13
Оборудование	13
Управление, эксплуатация	14
Решения	16
Библиографический список	20

Учебное издание

Козлов Александр Николаевич,
доцент кафедры энергетики АмГУ, канд. техн. наук;

Микропроцессорные системы управления в энергетике и передача информации по каналам связи:

методические указания к лабораторным работам

Издательство АмГУ. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 1,28. Заказ 637.