

УНИФИЦИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ ПА

Е.Е. Глазырин, ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем»

А.М. Петров, ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем»

А.Э. Петров, ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем»

О.О. Сакаев, ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем»

Основным направлением деятельности ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем» (ИАЭС) является комплексное решение вопросов по созданию систем противоаварийного управления, включая разработку проекта, рабочей документации, специализированного программного обеспечения, комплекса технических средств управляющих вычислительных комплексов (УВК) на базе промышленных микропроцессорных устройств общего назначения, монтаж и наладка оборудования и промышленные испытания на объекте. Основное внимание при этом уделяется унификации комплекса технических и программных средств, что позволяет достаточно легко адаптировать УВК к решению конкретных задач на конкретном объекте управления.

На основании многолетнего опыта проектирования систем противоаварийной автоматики, а также опыта разработки, внедрения и эксплуатации УВК ПА, ЗАО ИАЭС был разработан комплекс противоаварийной автоматики многофункциональный (КПА-М), изготавливаемый на производственной базе ЗАО «Модульные системы Торнадо» (МСТ). Устройство принято Межведомственной комиссией при ОАО «ФСК ЕЭС». В основу разработки легли следующие основные принципы:

- унификация;
- модульность;
- масштабируемость;
- развиваемость;
- резервирование.

Назначение КПА-М

КПА-М предназначен для решения задач противоаварийной автоматики и противоаварийного управления (ПАУ) различных уровней иерархии и сложности, и может выполнять, в зависимости от комплектации, следующие функции:

- Локальная автоматика дозирования управляющих воздействий (ЛАДВ)
- Районная автоматика дозирования УВ (РАДВ)
- Координирующий комплекс АДВ (КАДВ)
- Автоматика запоминания дозирования УВ (АЗД)
- Автоматика фиксации отключения линии или трансформатора (ФОЛ или ФОТ)
- Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)
- Автоматика управления линейным реактором (АУЛР)
- Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН)
- Автоматика управления шинными реакторами (АУШР)
- Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН)
- Автоматика предотвращения термической перегрузки (АПТП)
- Другие виды локальной и системной автоматики

Рассмотрим структуру комплекса технических и программных средств КПА-М.

Стандартная структура комплекса технических средств КПА-М

Решение задач локальной автоматики выдвигает к устройствам ввода-вывода информации следующие требования:

- необходимость универсального устройства ввода как стандартных аналоговых сигналов от измерительных преобразователей, так и сигналов непосредственно из измерительных цепей ТТ и ТН;
- необходимость одновременного ввода замеров по фазам (например, для устройств АЛАР);
- необходимости минимизации задержек при вводе и выводе информации.

В связи с этим, ЗАО ИАЭС были разработаны стандартные платы ввода-вывода:

- плата ввода токовых сигналов (1 А или 5 А);
- плата ввода напряжений (100 В);
- плата ввода стандартных аналоговых сигналов (0-5 мА, 4-20 мА);
- плата ввода-вывода дискретных сигналов (16 входов или выходов).

Для работы с этими модулями был разработан блок функциональный (БФ), представляющий собой микропроцессорное устройство на базе одноплатного промышленного компьютера Advantech в

конструктиве «Евромеханика», в котором размещаются платы ввода-вывода. Питание БФ может осуществляться от сетей переменного или постоянного оперативного тока. БФ оснащен светодиодами сигнализации «Работа», «Неисправность», а также светодиодами индикации срабатывания с запоминанием (до 8 сигналов). Для загрузки операционной системы и данных настройки, а также для хранения протоколов работы и осциллограмм в БФ используются твердотельные диски. Кроме того, БФ имеет два сетевых интерфейса Ethernet 100BaseT.

Производство БФ и плат ввода-вывода информации было налажено на базе ЗАО МСТ.

Кроме стандартных комплектующих собственной разработки, в составе КПА-М используются следующие стандартные комплектующие в промышленном исполнении:

- Стандартный шкаф 19", глубиной 600 или 800 мм;
- Системные блоки;
- ЖК консоль;
- Сетевой коммутатор;
- Источник бесперебойного питания (ИБП).

Системный блок, в структуре КТС КПА-М называемый также блоком сервера (БС), представляют собой микропроцессорное устройство общего назначения в промышленном исполнении, оснащаемое:

- Высокопроизводительным процессорным модулем;
- Твердотельным диском для загрузки операционной системы и данных настройки;
- Дисковым массивом RAID1 из двух жестких дисков для хранения протоколов работы устройства и резервирования твердотельного диска на случай отказа последнего;
- Двумя сетевыми интерфейсами Ethernet 100 BaseT;
- Стандартными платами ввода-вывода дискретных сигналов (например, Advantech PCI-1756);
- Стандартными платами ввода аналоговых сигналов от измерительных преобразователей (например, Advantech PCI-1715).

Компоненты КТС КПА-М выполняют следующие функции:

Блок функциональный (БФ) выполняет функции ввода-вывода информации, функций локальной автоматики (ФОЛ, ФОТ, АЛАР, АУЛР, АУШР, АОПН, АОСН, АПТП и т.п.), а также функции ПАУ нижнего уровня (ЛАДВ и АЗД).

Блок сервера (БС) выполняет функции ПАУ среднего и верхнего уровня (РАДВ, КАДВ), внешнего контроля и протоколирования работы БФ, рабочее место оператора и т.п.

Сетевой коммутатор (СК) предназначен для организации межмашинного обмена в пределах КПА-М, а также связи с устройствами верхнего уровня АСУ ТП и иерархии ПАУ при помощи сетевого интерфейса Ethernet. По требованию заказчика, СК может быть оснащен выходом для подключения оптоволоконной линии.

Консоль ввода-вывода с жидкокристаллической панелью (ЖК) предназначена для обеспечения доступа эксплуатирующего персонала к БФ и БС с целью проведения работ по эксплуатационному обслуживанию (контроль, тестирование, конфигурирование).

Источник бесперебойного питания (ИБП) предназначен для организации бесперебойного питания БС, СК, ЖК.

Стандартная структура комплекса программных средств КПА-М

Для выполнения функций устройств ПА ЗАО ИАЭС было разработано стандартное программное обеспечение на базе операционной системы реального времени QNX, с применением следующих подходов:

- унификация;
- модульная структура, развиваемость;
- разделение системных и технологических процессов;
- поддержка нескольких интерфейсов взаимодействия с «внешним миром».

Программные блоки КПА-М могут быть разделены по функциональности на следующие группы:

- *системные блоки*, организующие технологическую цепочку, протоколирование работы и контроль функционирования;
- *блоки ввода-вывода и фиксации информации* от подключенных к устройству датчиков, а также от устройств АСУТП, верхнего и нижнего уровней ПАУ и т.п.;
- *технологические блоки*, реализующие конкретные функции устройства ПА.

Таким образом, программное обеспечение конкретного устройства на базе КПА-М представляет собой набор программных блоков, объединенных в технологическую цепочку при помощи стандартных механизмов обмена данными, по сути — при помощи таблиц настройки (рис. 1). При этом, программные блоки, отвечающие за фиксацию и обработку дискретных сигналов (аварийные сигналы, сигналы состояния элементов схемы района управления) *выполняют все необходимые операции в течение четко детерминированного интервала времени* (стандартная величина - 1 мс).

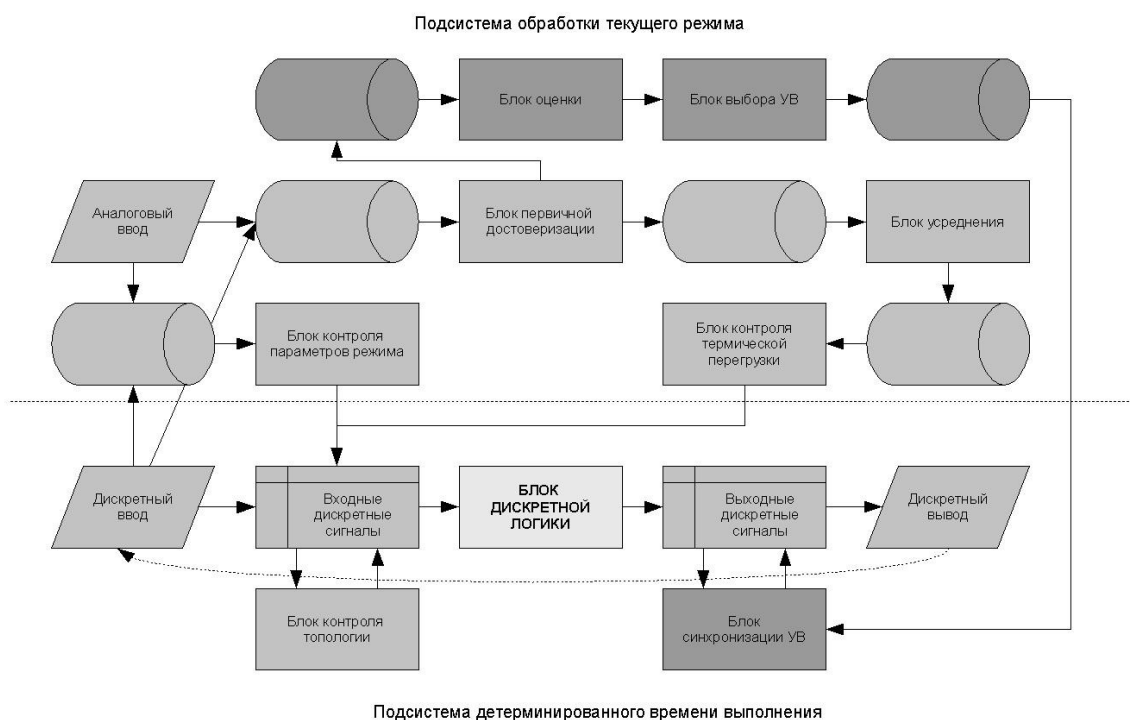


Рис 1. Технологическая цепочка КПА-М

Для обеспечения надежности функционирования на программном уровне предусмотрены средства синхронизации функционирования полукomплектов дублированного устройства ПА, средства само- и взаимодиагностики полукomплектов, средства автоматического восстановления функционирования отдельных программных блоков и всего устройства в целом после сбоя.

Для обмена информацией с устройствами телемеханики, АСУТП, устройствами верхнего и нижнего уровней иерархии ПАУ реализованы стандартные протоколы обмена МЭК 870-5-104 и Modbus/TCP.

Примеры типовых конфигураций КПА-М

КПА-М в комплектации шкафа линейной автоматики выполняет следующие функции:

- Автоматика фиксации отключения линии (ФОЛ)
- Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)
- Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН)
- Автоматика управления линейным реактором (АУЛР)

Для выполнения данных функций в шкафу установлены три БФ. Кроме того, в состав шкафа входит следующее оборудование:

- 1 БС, выполняющий функции внешнего контроля и протоколирования работы БФ
- 1 СК для организации межмашинного обмена в пределах КПА-М, а также связи с верхним уровнем
- ЖК
- 1 ИБП для обеспечения бесперебойного питания БС, СК и ЖК.

Шкаф линейной автоматики КПА-М устанавливается на линию и имеет следующие основные характеристики:

| | |
|--|---------|
| номинальный переменный ток $I_{ном}$, А | 1 или 5 |
| номинальное междуфазное напряжение переменного тока $U_{ном}$, В | 100 |
| номинальное напряжение оперативного постоянного и переменного тока $U_{пит}$, В | 220 |
| номинальная частота $f_{ном}$, Гц | 50 |

Ввод аналоговой информации в шкаф производится от измерительных цепей трансформаторов

тока (1 или 5 А) и напряжения (100 В). Ввод дискретной информации производится сигналами типа «сухой контакт» от контактных устройств. Вывод дискретных сигналов осуществляется сигналами типа «сухой контакт».

Связь с устройствами верхнего уровня осуществляется при помощи сетевого интерфейса Ethernet по протоколам МЭК 870-5-104 или Modbus/TCP.

Структура функциональных связей шкафа линейной автоматики КПА-М приведена на рис 2.

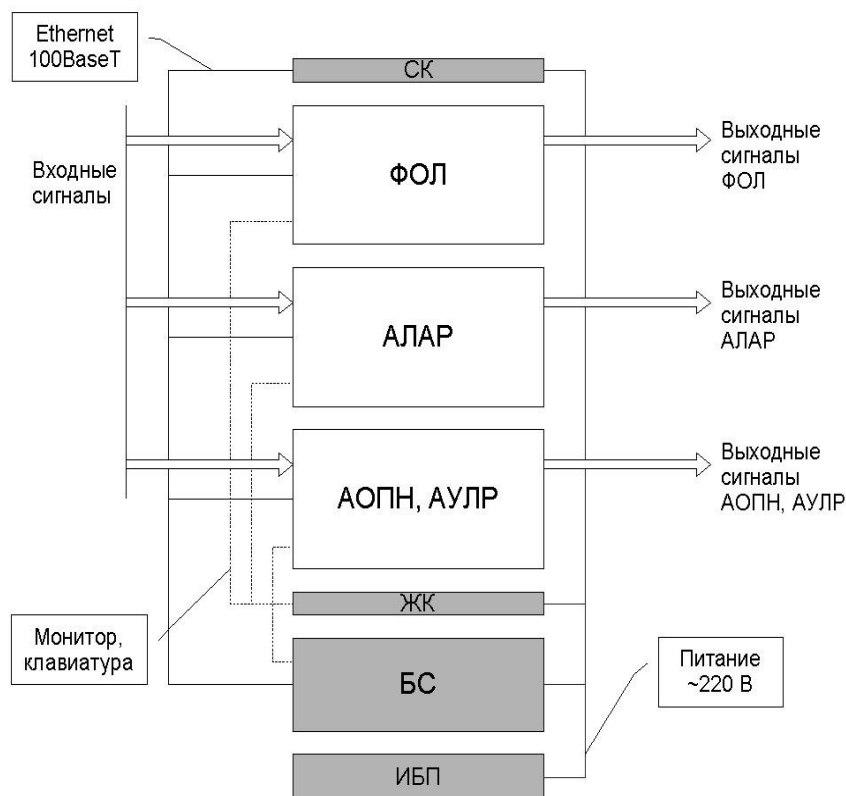


Рис 2. Структура функциональных связей шкафа линейной автоматики КПА-М

КПА-М в комплектации шкафа РАДВ выполняет следующие функции:

- Районная автоматика дозирования УВ (РАДВ)
- Автоматика запоминания дозирования УВ (АЗД)

Для выполнения данных функций в шкафу установлено следующее оборудование:

- два БФ, выполняющие функции АЗД
- 1 БС, выполняющий функции внешнего контроля и протоколирования работы БФ
- 1 ЖК консоль
- 1 СК для организации межмашинного обмена в пределах КПА-М, а также связи с верхним уровнем
- 1 ИБП для обеспечения бесперебойного питания БС, СК и ЖК

При значительном объеме входных и выходных сигналов в комплектацию входит также кроссовый шкаф для организации дискретного ввода-вывода. С целью резервирования устройства РАДВ, возможно двухшкафное исполнение, при этом один шкаф находится в эксплуатации, второй — в горячем резерве.

Шкаф РАДВ КПА-М устанавливается в центрах районов противоаварийного управления и имеет следующие основные характеристики:

| | |
|--|-----|
| номинальное междуфазное напряжение переменного тока $U_{ном}$, В | 100 |
| номинальное напряжение оперативного постоянного и переменного тока $U_{пит}$, В | 220 |
| номинальная частота $f_{ном}$, Гц | 50 |

Ввод аналоговой и дискретной доаварийной информации в шкаф производится от устройств телемеханики при помощи сетевого интерфейса Ethernet по протоколам МЭК 870-5-104 или Modbus/TCP. Ввод дискретной информации об аварийных возмущениях производится сигналами типа «сухой контакт» от контактных устройств. Вывод дискретных сигналов осуществляется сигналами типа «сухой контакт».

Связь с устройствами верхнего уровня осуществляется при помощи сетевого интерфейса Ethernet по протоколу МЭК 870-5-104.

В рамках иерархической системы ПАУ, РАДВ способен работать в режиме удаленного АЗД, выставляя дозировку УВ, выбранную устройством верхнего уровня, в качестве приоритетной. В случае потери связи с устройством верхнего уровня, РАДВ автоматически переходит в режим выставления собственной дозировки УВ.

Структура функциональных связей шкафа РАДВ КПА-М приведена на рис 3.

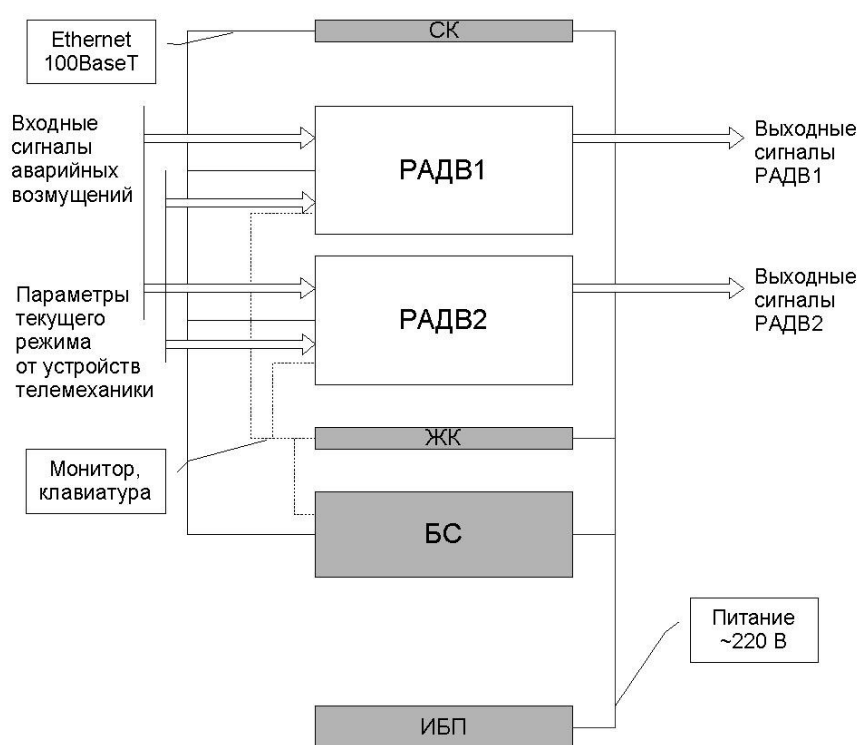


Рис 3. Структура функциональных связей шкафа РАДВ КПА-М

Примеры внедрения КПА-М

В настоящее время КПА-М сертифицирован МВК. Устройства РАДВ на базе КПА-М в двухшкафном исполнении установлены на ПС 1150 кВ Алтай и ПС 500 кВ Таврическая. В рамках развития системы ПАУ ОЭС Сибири ЗАО ИАЭС ведет разработку устройств АДВ на базе КПА-М, а также координирующей системы противоаварийной автоматики (КСПА), расположенной в ОДУ Сибири. Кроме того, ЗАО ИАЭС ведет разработку устройств АДВ для ЕЭС Казахстана.

Контактная информация

ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем»
 Адрес: Россия, г.Новосибирск, 630091, ул.Крылова, 2
 Тел./факс: (383)2680223
 E-mail: iaes@iaes.ru