

ПРОЦЕССОР АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональное назначение и общая организация

Процессор автоматизации (ПА) является центральным устройством комплекса средств автоматизации ТПТС-НТ, выполняющим централизованно-распределенную обработку данных технологического процесса и обмен данными между устройствами комплекса в системе автоматизации. Алгоритмы обработки данных и коммуникаций задаются в ПА в виде функциональной и коммуникационной структуры на языке STEP-M (BG), получаемой при разработке проекта системы автоматизации в пакете проектирования GET-R.

В составе системы нормальной эксплуатации ПА выполняет следующие основные функции:

- сбор данных технологического процесса по шине ENL;
- получение данных от других процессоров автоматизации и системы верхнего уровня по шине EN;
- обработку полученных данных и передачу результатов обработки и команд управления исполнительными устройствами в модулях СПМ станций ввода вывода по шине ENL;
- обмен данными в соответствии с коммуникационной структурой с другими ПА и системой верхнего уровня по шине EN;
- обмен данными с интеллектуальными датчиками и приводами, а также другой периферией по интерфейсу RS485 и протоколу MODBUS;
- прием и анализ диагностических данных от станций ввода/вывода по шине ENL и периферийных устройств, подключенных к интерфейсу RS485, передачу диагностических сообщений на верхний уровень управления по шине EN;
- счет времени и поддержку внешней синхронизации времени по шине EN;
- синхронизацию времени в модулях станций ввода/вывода;
- поддержку загрузки пользовательского программного обеспечения в виде коммуникационной и функциональной структуры по шине EN и интерфейсу USB;
- поддержку диагностики и загрузки встроенного прикладного программного обеспечения (ВПО) ПА по интерфейсу USB и шине EN;
- поддержку диагностики и загрузки ВПО станций ввода/вывода по шине ENL;
- самоконтроль и сигнализацию ошибок.

В системе нормальной эксплуатации ПА, как и другие устройства комплекса (модули станций ввода/вывода, шины EN и ENL), резервируется.

В соответствии с этим ПА в системе нормальной эксплуатации дополнительно выполняет следующие функции:

- управление резервированием на основе данных о состоянии резервируемого ПА - партнера, получаемых по двум последовательным интерфейсам;
- обновление в резервном ПА текущих данных, принимаемых по шинам EN и ENL, и результатов обработки путем передачи их в резервный ПА из активного ПА по шине ENL;
- поддержку резервирования шин EN и ENL.

Основное назначение БПА – организация в нем процессора автоматизации (ПА).

ПА – функциональное устройство, собранное из модулей EMS и МПИ, установленных на выделенные посадочные места в крейте ТПТС55.9002.

Модули RSL, устанавливаемые в БПА, позволяют подключить к ПА, через шину ENL, интеллектуальные датчики и исполнительные механизмы, имеющие интерфейс RS-485 и работающие по протоколу Modbus.

Функции ПА в комплексе средств автоматизации (КСА) ТПТС-НТ:

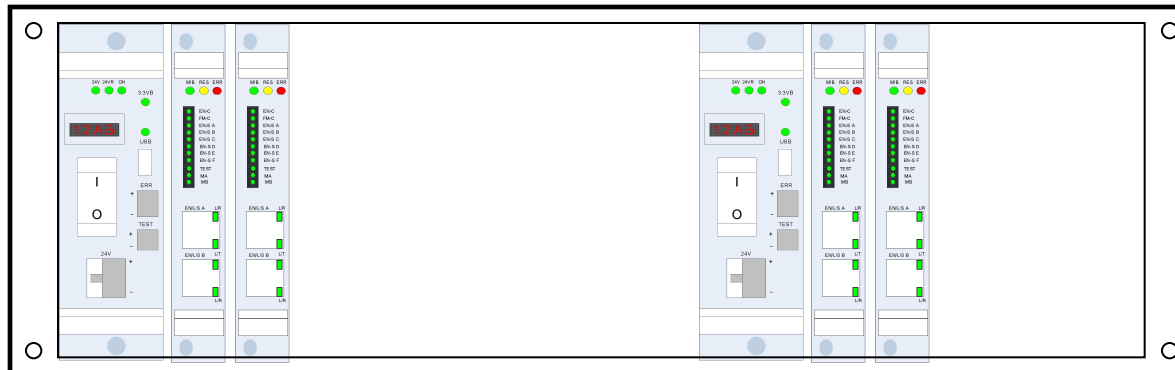
- выполнение заданного пользователем алгоритма задачи АСУ ТП;
- выполнение, заданного пользователем, алгоритма обмена данными по шине EN между процессорами автоматизации, подключенными к шине EN, диагностической станцией (ДС) и рабочими станциями (РС), подключенными через шлюз сопряжения КСА с СББУ;
- управление обменом данными по шине ENL, к которой подключаются станции ввода-вывода (СВВ), с модулями преобразователей аналоговых сигналов датчиков и исполнительных механизмов, непосредственно связанных с технологическим процессом (СП), и модули RSL;
- получение и обработка команд управления ПА, СВВ, модулями RSL и исполнительными механизмами от СББУ по шине EN, в соответствии с алгоритмом пользователя или заданным в ВПО;
- получение данных от датчиков через СВВ и модули RSL по шине ENL;
- передача информации по шине EN о состоянии объекта управления для СББУ;
- передача команд управления по шине ENL в СВВ и модули RSL для выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы;
- обмен данными с другими ПА и иными устройствами, входящими в состав КСА по шине EN.

Модули процессора автоматизации

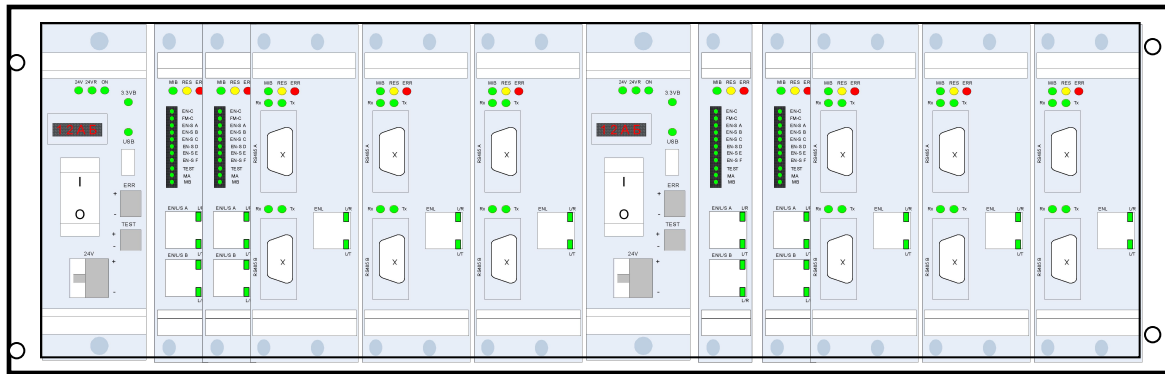
Наименование	Обозначение	Применение в составе БПА
универсальный модуль ПА (далее - EMS)	ТПТС55.1211	функции обмена данными по шине EN, в соответствии с заданием пользователя, и в автоматическом режиме (коммуникационный модуль ПА, режим ENC); выполнение алгоритма управления технологическим процессом, загруженного пользователем (функциональный модуль ПА, режим FMC)
модуль интерфейса RS-485 (далее - RSL)	ТПТС55.1214-01	подключение к ПА по шине ENL интеллектуальных датчиков и приводов, имеющих интерфейс RS-485 и работающих по протоколу Modbus; выполнение алгоритма регулярного обмена данными по протоколу Modbus, загруженного пользователем
модуль питания и индикации (далее - МПИ)	ТПТС55.1012	коммутация питания БПА, вывод оперативной информации на табло, связь модулей EMS и RSL с шиной USB, вывод суммарного сигнала неисправности БПА



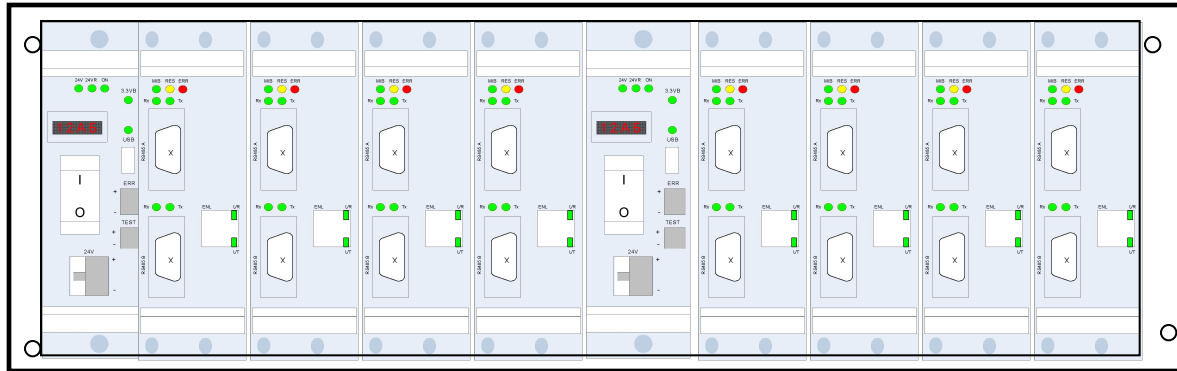
нерезервированный ПА (ПА минимальной комплектации)



резервированный ПА



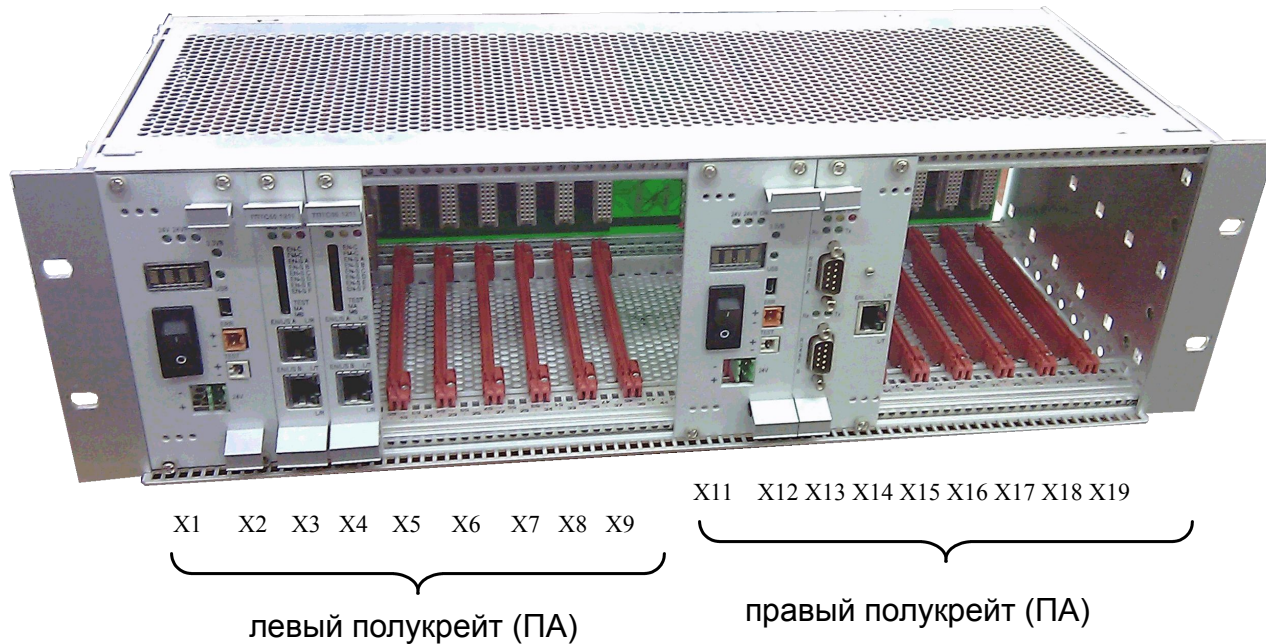
резервированный ПА, плюс шесть модулей RSL



БПА с модулями RSL.

ПА состоит из кассеты (крейта), в которую устанавливаются модули, выполняющие следующие функции:

- подключения питания и индикации;
- коммуникации с другими устройствами комплекса ТПТС-НТ;
- выполнения алгоритмов управления технологическим процессом.



Внешний вид крейта ПА

В показанном на рисунке крейте реализован один нерезервированный ПА. В крейт установлены:

- 2 модуля EMS - слоты X2 и X3;
- 2 модуля МПИ - слоты X1 и X11;
- 1 модуль RSL - слот X12.

Нумерация слотов в крейте идет с левой стороны, начиная со слота X1 (посадочное место модуля МПИ), нумерация слотов правой части крейта начинается с X11 (посадочное место второго модуля МПИ).

Нумерация слотов в крейте ТПТС55.9002 идет с левой стороны, начиная со слота X1 (посадочное место модуля МПИ), нумерация слотов правой части крейта начинается с X11 (посадочное место второго модуля МПИ).

В БПА, показанном на рисунке, реализована типовая конфигурация резервированного ПА. В крейт ТПТС55.9002 установлены:

- 4 модуля EMS - слоты X2, X3 (первый ПА), X12, X13 (второй ПА);
- 2 модуля МПИ - слоты X1 и X11.

Модули EMS устанавливаются в посадочные места БПА X2, X3, X12, X13 .

Модули RSL устанавливаются в посадочные места БПА X2, X12, X4, X14, X6, X16, X8, X18 , причем, для обеспечения работы функции резервирования, модули RSL следует устанавливать парами в посадочные места, номера которых отличаются на 10, например, места X4 и X14.

Взаимодействие модулей

Модули EMS в каждом полукрейте БПА взаимодействуют между собой посредством обмена данными через параллельную внутреннюю шину связи. Проведение операций записи и чтения на этой шине разрешается только одному из модулей EMS, установленных в полукрейт, называемому ведущим шины ВШС (выбирается переключателем на модуле EMS, предназначенного для установки в посадочные места X2 или X12).

Между полукрейтами от каждого посадочного места проложены по две последовательные независимые полнодуплексные гальванически развязанные шины интерфейсов V24/1 и V24/2.

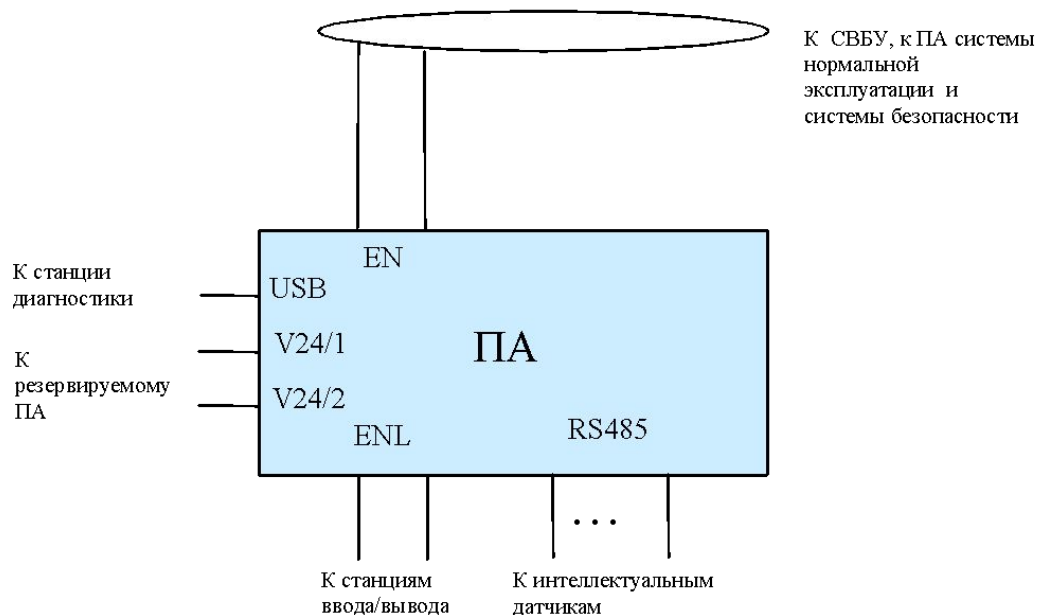
Шины V24 соединяют симметричные посадочные места левого и правого полукрейта: X2-X12, X3-X13, X4-X14, X5-X15, X6-X16, X7-X17, X8-X18, X9-X19.

Шины V24 в резервированном варианте ПА выполняют функции управления резервированием и обновления данных в модулях левой и правой части крейта, для поддержки горячего резерва.

В каждом полукрейте через все посадочные места проложена последовательная шина SPI, предназначенная для вывода на дисплей модуля МПИ оперативной информации о работе ПА. Проведение операций записи и чтения на этой шине разрешается только одному из модулей EMS, установленных в полукрейт (выбирается переключателем на модуле EMS).

В каждом полукрейте через все посадочные места проложена шина RS-485, объединяющая все посадочные места полукрейта. Внутрикрейтовая шина RS-485 предназначена для обеспечения доступа к каждому посадочному месту внешнего устройства (пульт оператора, диагностическая станция или персональный компьютер), присоединяемого к разъему USB на модуле МПИ.

Средства коммуникации ПА нормальной эксплуатации



Для выполнения коммуникационных функций в системе нормальной эксплуатации ПА имеет следующие интерфейсы:

- 2 канала шины EN,
- 2 канала шины ENL,
- 2 порта последовательных интерфейсов типа V24 для управления резервированием ПА,
- до 6-ти портов интерфейса RS485;
- порт интерфейса USB.

Состав и структура ПА

ПА представляет собой агрегируемое устройство с модульной организацией, построенное на базе набора модулей связи и обработки (модулей ПА), объединяемых в крейте ПА посредством общих шин.

Модули ПА позволяют создавать конфигурации ПА с различными функциональными возможностями. Развитие функциональных возможностей ПА выполняется посредством установки в крейт и подключения к общим шинам ПА дополнительных модулей.

В состав модулей ПА входят:

- модуль питания и индикации (МПИ);
- центральный модуль связи (модуль ENC);
- центральный функциональный модуль (модуль FMC);
- модуль связи по интерфейсу RS-485 (модуль RSB);
- выносной модуль связи по интерфейсу RS-485, подключаемый к шине ENL (модуль RSL);
- модуль связи с шиной Profibus (модуль MC-ПБ);
- модуль связи с шиной Profinet (модуль MC-ПН).

Модули ENC, FMC и МПИ являются центральными модулями ПА, входящими в состав всех конфигураций ПА, другие модули ПА устанавливаются в той или иной конфигурации ПА в зависимости от требований проекта.

Модули ПА объединяются в крейте ПА в агрегируемое устройство посредством шин:

- внутренней шины связи (ВШС);
- шины UART;
- шины SPI.

Структурная схема ПА приведена на рисунке (показаны все модули ПА).

ВШС является параллельной шиной общего назначения, используемой для передачи данных между модулями ПА.

Шина UART является последовательной шиной специального назначения, используемой для связи модулей ПА с внешней шиной USB.

Шина SPI является последовательной шиной специального назначения, используемой для передачи информации, подлежащей отображению на дисплее ПА.

В общем случае модули связи и обработки ПА устанавливаются в крейт ПА и подключаются к ВШС.

Модуль связи RSL, в отличие от модуля связи RSB, подключается не к ВШС, а к шине ENL (подобно СВВ), и может быть использован в крейте ПА при отсутствии в нём центральных модулей ПА (ENC, FMC). Это позволяет строить более развитые конфигурации связей ПА с устройствами, подключаемыми по интерфейсу RS-485.

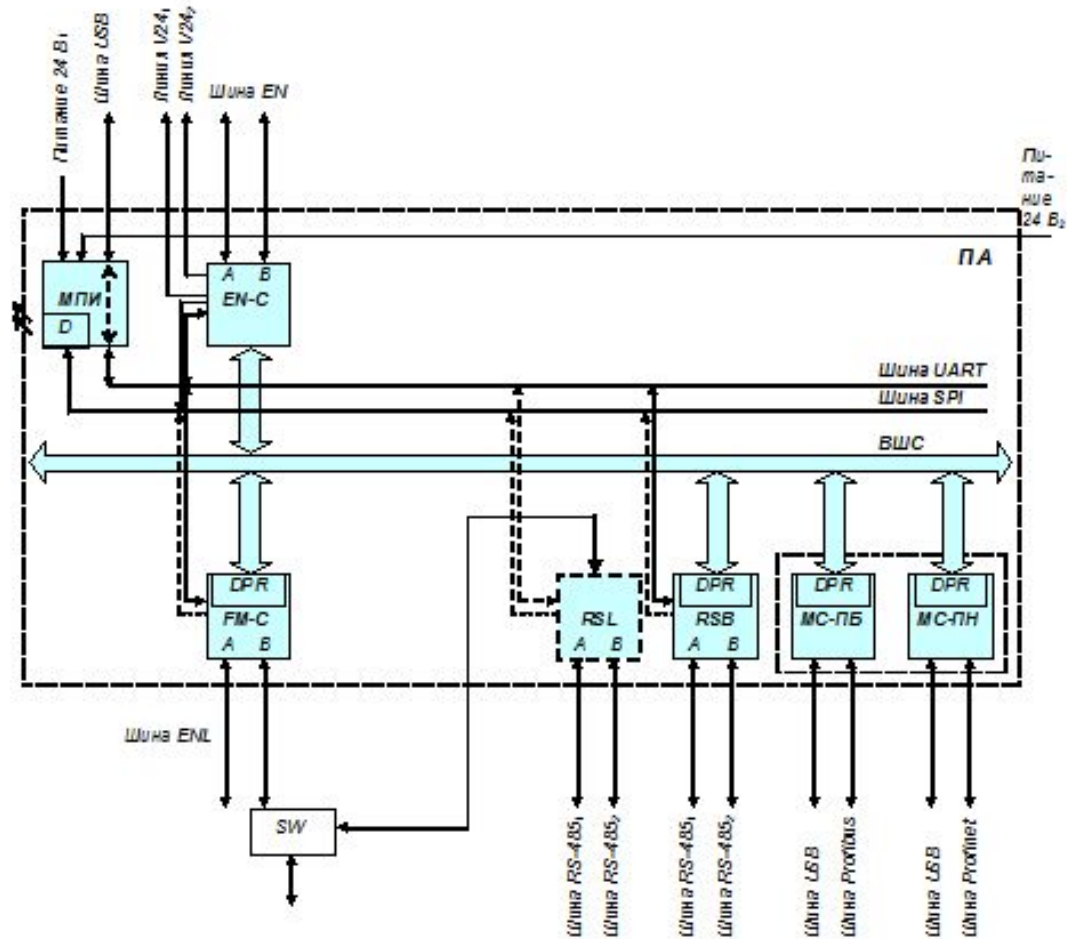
МПИ выполняет в ПА:

подключение ПА к внешнему резервированному источнику питания 24 В;

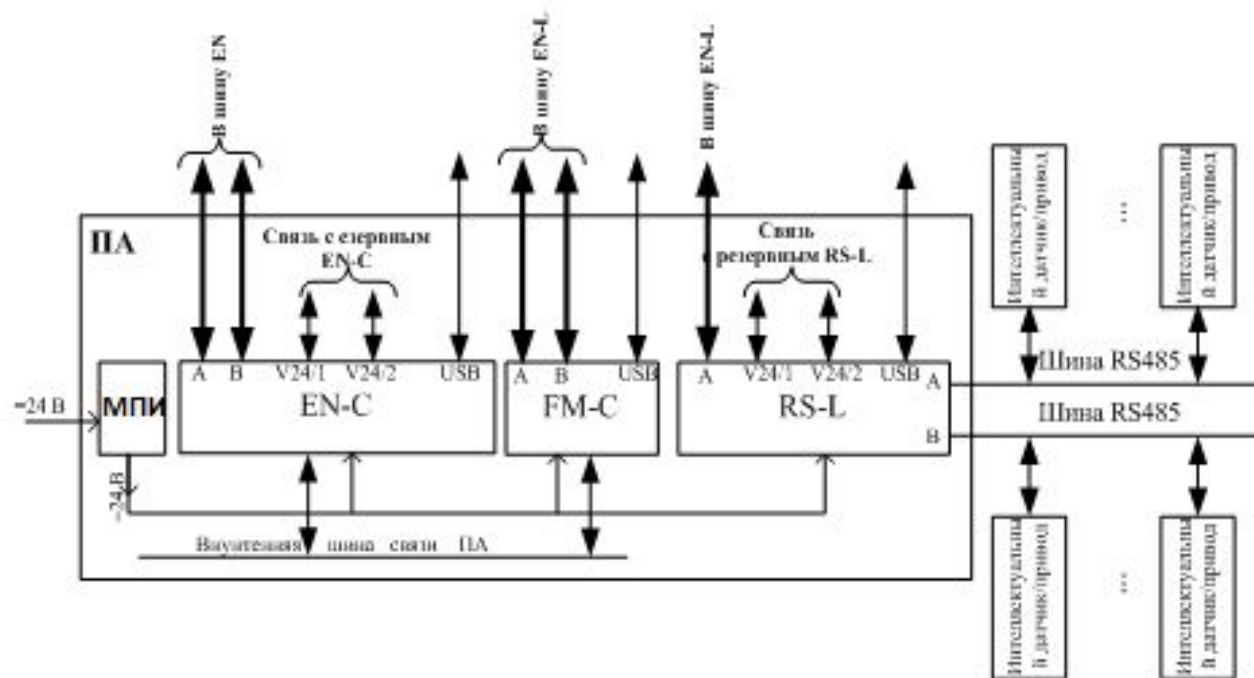
связь модулей ПА с шиной USB;

отображение информации о состоянии ПА на дисплее ПА.

Структурная схема ПА



D - дисплей
 DPR - двухпортовая память RAM
 SW - коммутатор Ethernet



Структурная схема ПА для СНЭ

Вся передача данных между модулями ПА по ВШС выполняется одним модулем ПА — ведущим модулем шины ВШС (master-устройством ВШС), которым является центральный модуль связи ENC.

Передача данных между модулями ПА по ВШС выполняется опосредованно через двухпортовую память RAM (DPR): данные, подлежащие чтению из модуля ПА (из slave-устройства ВШС), модуль ENC по ВШС считывает из DPR этого модуля; данные, подлежащие записи в модуль ПА, модуль ENC по ВШС записывает в DPR этого модуля.

DPR имеется в каждом slave-устройстве ВШС и обеспечивает разделяемый доступ к хранимым в ней данным как master-устройству ВШС, так и процессору этого slave-устройства ВШС.

Модули ПА имеют опосредованный выход в шину USB через шину UART в крейте ПА. При установке в крейт ПА модули подключаются к шине UART, посредством которой они связываются с мостом UART–USB, размещённым в МПИ. Модулю ПА шина USB представляется как интерфейс UART.

Передача данных по шине UART выполняется согласно процедуре master-slave. Модули ПА являются slave-устройствами шины UART, master-устройством шины UART является мост UART–USB (в конечном итоге — внешнее устройство, подключённое к ПА по шине USB). Slave-устройство может послать данные по шине UART только в ответ на запрос master-устройства. Адресация модулей ПА на общей шине UART реализуется master-устройством на прикладном уровне протокола шины USB: все slave-устройства шины UART принимают запрос, переданный master-устройством, и выполняют его лишь при условии, что адрес, содержащийся в запросе, совпадает с их собственным.

Функции, выполняемые модулями в составе ПА

Центральный функциональный модуль FM-C осуществляет подключение ПА к шине ENL по двум каналам. В составе ПА он выполняет следующие прикладные функции:

- прием данных технологического процесса, данных диагностики и параметров СПМ -модулей от станций ввода/вывода по шине EN-L;
- чтение из DPRAM прикладных данных, поступающих от модуля EN-C по шине ВШС;
- обработку данных в соответствии с заданными алгоритмами;
- передачу результатов обработки и команд управления исполнительными устройствами по шине EN-L в станции ввода/вывода;
- запись результатов обработки и полученных по шине EN-L данных в двухпортовую память DPRAM для чтения их модулем EN-C по шине ВШС.

Прикладные функции модуля FM-C задаются пользовательской функциональной структурой, загружаемой в модуль по собственному интерфейсу USB или по шине ВШС модулем EN-C.

Модуль FM-C выполняет также следующие базовые функции ПА, задаваемые встроенным программным обеспечением модуля (ВПО):

- канальный (LLC) и прикладной (ПМС) протоколы передачи данных по шине ENL,
- поддержку синхронизации счета времени в RTC-таймере (счетчике реального времени), которая осуществляется модулем EN-C путем прямой записи в счетчик по шине ВШС текущего значения времени, получаемого модулем EN-C по шине EN в телеграммах синхронизации времени;
- синхронизацию времени в модулях станций ввода/вывода,
- программно-аппаратный самоконтроль,
- поддержку резервирования и обновления текущих данных ПА в резервированных ПА по шине EN-L.
- поддержку загрузки пользовательской функциональной структуры модуля по собственному интерфейсу USB и по шине ВШС от модуля EN-C;
- поддержку диагностики и загрузки ВПО модуля по собственному интерфейсу USB и по шине ВШС от модуля EN-C.

Модуль EN-C обеспечивает подключение ПА к шине EN по двум каналам Ethernet, а также к двум последовательным интерфейсам V24 и интерфейсу USB.

В составе ПА модуль EN-C выполняет следующие прикладные функции:

- прием и обработку телеграмм по шине EN, извлечение из телеграмм и передачу прикладных данных в модуль FM-C путем записи их в DPRAM модуля FM-C по шине ВШС;
- прием прикладных данных и данных диагностики из модуля FM-C путем чтения его DPRAM, формирование телеграмм шины EN и передачу их по шине EN;
- прием прикладных данных из модулей EN-S путем чтения их из DPRAM модулей по шине ВШС и передачу их в модуль FM-C путем записи в DPRAM модуля по шине ВШС;
- прием по шине EN телеграмм времени и синхронизацию времени ПА путем записи значения времени в RTC-таймер модуля FM-C непосредственно по шине ВШС.

Коммуникационные прикладные функции модуля задаются пользовательской коммуникационной структурой на языке STEP- M (BG), загружаемой по шине EN или интерфейсу USB.

Модуль EN-C выполняет также следующие базовые функции, задаваемые ВПО модуля:

- канальный протокол LLC и прикладной протокол ПМС передачи данных по шине EN;
- программно-аппаратный самоконтроль;
- управление резервированием ПА путем взаимного опроса состояний работоспособности резервируемых ПА по двум последовательным интерфейсам V24 и принятия на этой основе решения о назначении активного и резервного ПА;
- управление резервированными каналами шины EN путем назначения активного и резервного канала на основе результатов самоконтроля и контроля шины EN;
- поддержку загрузки пользовательской функциональной структуры модуля по шине EN и по интерфейсу USB;
- поддержку диагностики и загрузки ВПО модуля;
- передачу запросов диагностики и загрузки ВПО, поступающих по шине EN и по интерфейсу USB, модулям FM-C и EN-S по шине ВШС и через модуль FM-C по шине EN-L модулю RS-L и модулям станций ввода/вывода.

Модуль RS-L предназначен для организации связи ПА с интеллектуальными датчиками и приводами по 2-м интерфейсам RS-485 и протоколу MODBUS.

Он может быть использован также для связи с другой периферией по программно реализуемым протоколам передачи данных. По двум интерфейсам RS-485 модуля к ПА могут подключаться до 62 периферийных устройств. Связь модуля с другими модулями ПА осуществляется по шине ENL через сетевой коммутатор аналогично станции ввода/вывода, что обеспечивает его автономность. Он может размещаться не только в крейте ПА, но и в других крейтах и удаленных приборных стойках. К одному ПА может быть подключено до 16 модулей RS-L вместо станций ввода/вывода.

В отличие от других модулей ПА модуль RS-L может резервироваться автономно независимо от ПА. Для управления резервированием модуль имеет два последовательных интерфейса V24, по которым два резервируемых модуля производят взаимный опрос состояния работоспособности друг друга и принимают решение о назначении одного из них активным, а другого резервным модулем.

Модуль имеет средства программно-аппаратного самоконтроля и поддерживает диагностику и загрузку ВПО по собственному интерфейсу USB, а также по запросам, поступающим от модуля FM-C по шине EN-L.

Модуль RS-L не структурируется, его функции задаются встроенным программным обеспечением.

Функция	Модуль							
	FMC	ENC		RSB	RSL	МС-ПБ	МС-ПН	МПИ
Обработка	прикладная пользовательская структура	коммуникационная пользовательская структура		—	—	—	—	—
Коммуникации EN	—	2 канала шины		—	—	—	—	—
Коммуникации ENL	master-устройство, 2 канала шины	—		—	slave-устройство, 1 канал шины	—	—	—
Коммуникации ENS	—	—		—	—	—	—	—
Коммуникации RS-485	—	—		master-устройство, 2 независимых шины	master-устройство, 2 независимых шины	—	—	—
Коммуникации Profibus	—	—		—	—	master-устройство, 1 канал шины	—	—
Коммуникации Real-Time Ethernet	—	—		—	—	—	master-устройство, 2 шины	—
Коммуникации ВШС	slave-устройство	master-устройство		slave-устройство	—	slave-устройство	slave-устройство	—
Коммуникации USB	через шину UART	через шину UART		через шину UART	через шину UART	1 канал	1 канал	мост UART–USB, 1 порт
Коммуникации V24	—	2 канала		—	2 канала	—	—	—
Дисплей	—	передача информации на дисплей		—	при применении без центральных модулей ПА возможна передача информации на дисплей	—	—	отображение информации

Основные функции модулей ПА в типовых конфигурациях ПА

Информация о состоянии ПА, ошибках/неисправностях, конфигурации (адресах, параметрах, др.) может выводиться в виде бегущей строки на 4-символьный алфавитно-цифровой дисплей, размещённый в МПИ.

При установке в крейт ПА модули ПА подключаются к шине SPI. Это обеспечивает модулю ПА (одному из модулей ПА) возможность выводить информацию на дисплей ПА. В типовой конфигурации вывод информации на дисплей ПА выполняет центральный модуль связи EN-C.

Предусмотрено резервирование ПА. Резервируемые ПА-партнёры размещаются в одном крейте. Информационная связь (обмен) между резервируемыми ПА-партнёрами осуществляется по резервированной двунаправленной линии последовательной связи типа V24 между модулями EN-C резервируемого ПА.

Питание ПА от внешних источников с напряжением питания 24 В — резервированное.

Все внешние интерфейсы модулей ПА, а также интерфейс с общей шиной UART имеют гальваническую развязку.

Центральные модули ПА — конфигурируемые, в соответствии с проектом в них по шине EN загружается исполняемая пользовательская структура. В модуль FMC пользовательская структура по шине EN загружается опосредованно через модуль EN-C и ВШС. Пользовательская структура может быть загружена в центральные модули ПА также локально по шине USB.

Остальные модули ПА — параметрируемые.

Режимы работы модуля EMS					
Режим работы модуля EMS	Допустимые посадочные места в крейте ПА	Протокол шин Ethernet	Использование каналов Ethernet EN/L/S	Режим работы модуля на ВШС	Использование двухпортовой памяти модуля
ENC	X2, X12	EN	А и В	чтение/запись (ведущий)	не используется
FMC	X3, X13	ENL	А и В	нет доступа (ведомый)	используется для обмена данными с ENC

Назначение элементов управления модуля МПИ		
Обозначение	Положение	Назначение
тумблер включения питания на передней панели	$\frac{I}{O}$	I - питание ПА включено O - питание ПА выключено
ЕС	перемычка	при неисправности и при отсутствии питания, контакты разъема ERR передней панели замкнуты
ЕО	перемычка	при неисправности и при отсутствии питания, контакты разъема ERR передней панели разомкнуты
Е	SW1:N N=[1...8] - номер переключателя	SW1:[N] = ON – посадочное место с номером X _[N+1] (рисунок 2) исключено из схемы формирования сигнала неисправности; SW1:[N] = OFF - посадочное место с номером X _[N+1] (рисунок 2) включено в схему формирования сигнала неисправности;

Центральный коммуникационный модуль EN-C

Назначение модуля

Коммуникационный модуль EN-C входит в состав процессора автоматизации (ПА) и предназначен для передачи данных между функциональной частью процессора автоматизации (FM-C), абонентами верхнего уровня и другими коммуникационными модулями.

Коммуникационный модуль связан с функциональной частью с помощью двухпортовой памяти, физически располагающейся в модуле FM-C. С абонентами верхнего уровня и другими коммуникационными модулями модуль связан двумя резервированными каналами, подключенными к шинной системе EN.

Модуль может работать как в составе одиночного ПА, так и в составе резервированной пары ПА, где один ПА является мастером, а второй находится в горячем резерве.

Функции модуля

Коммуникационный модуль выполняет следующие функции:

- управление резервированием при работе модуля в резервированном режиме
- обработка запросов структурирования коммуникационной части
- передача запросов структурирования функциональной части соответствующей задаче FM-C
- обработка и хранение пользовательской структуры коммуникационной части
- самоконтроль аппаратной части модуля
- обновление данных и пользовательских структур в резервном модуле
- прием от FM-C данных и посылка их в сеть другим абонентам в соответствии с пользовательской структурой
- прием данных из сети от других абонентов и передача их FM-C в соответствии с пользовательской структурой
- обработка ациклических запросов из сети
- поддержки программирования, тестирования и отладки коммуникационного модуля с помощью внешних аппаратно-программных средств по интерфейсам JTAG и BDM.

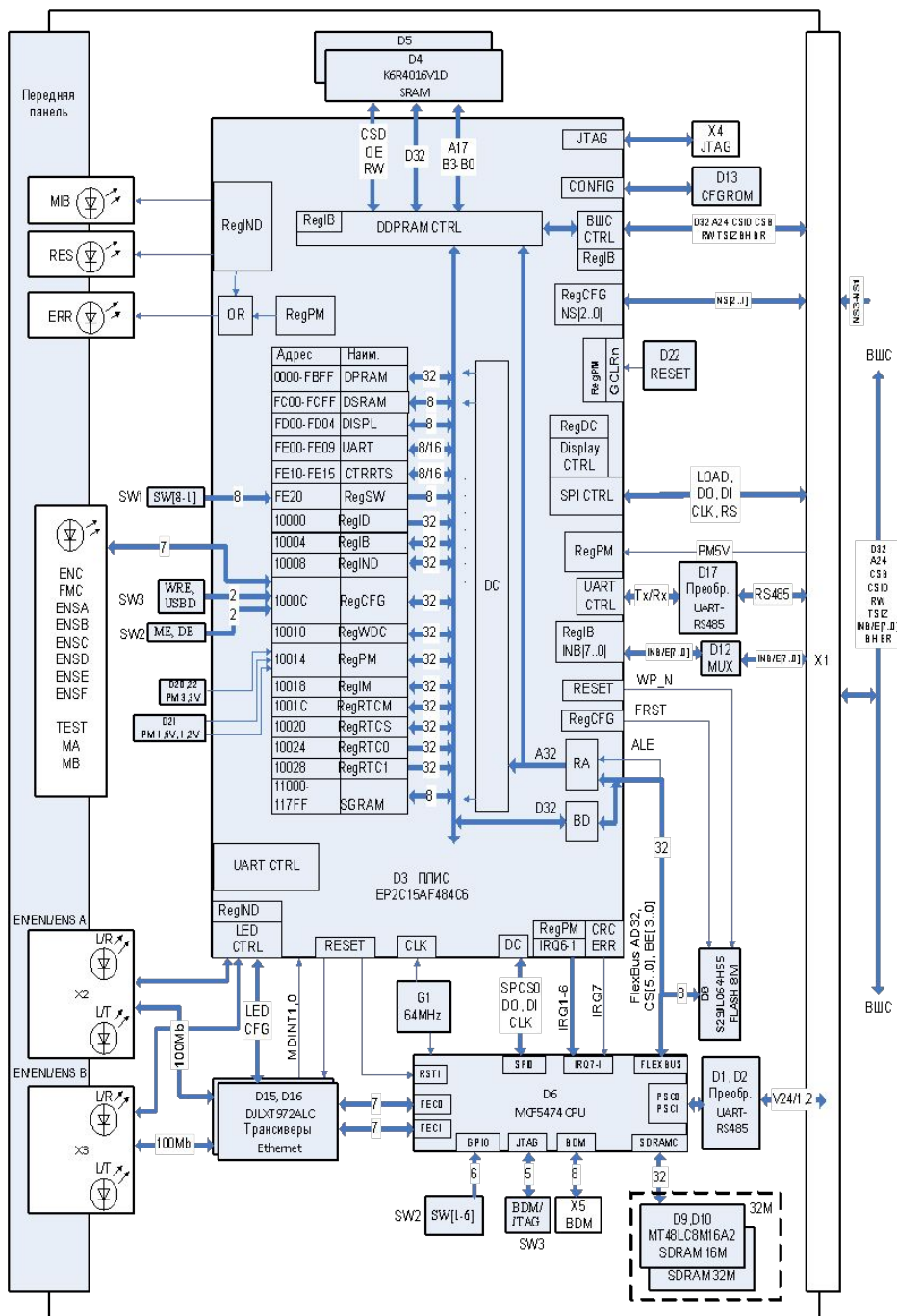
Структурная схема модуля EMS

Каналы Ethernet А, В модуля EMS, используемые для реализации соответствующих каналов шин EN, ENL, ENS, выполнены на базе встроенных в микропроцессор (CPU) MCF5474 программируемых FEC-контроллеров (Fast Ethernet Controller), микросхемах трансиверов DJLX972ALC и выведены на соединители X2, X3.

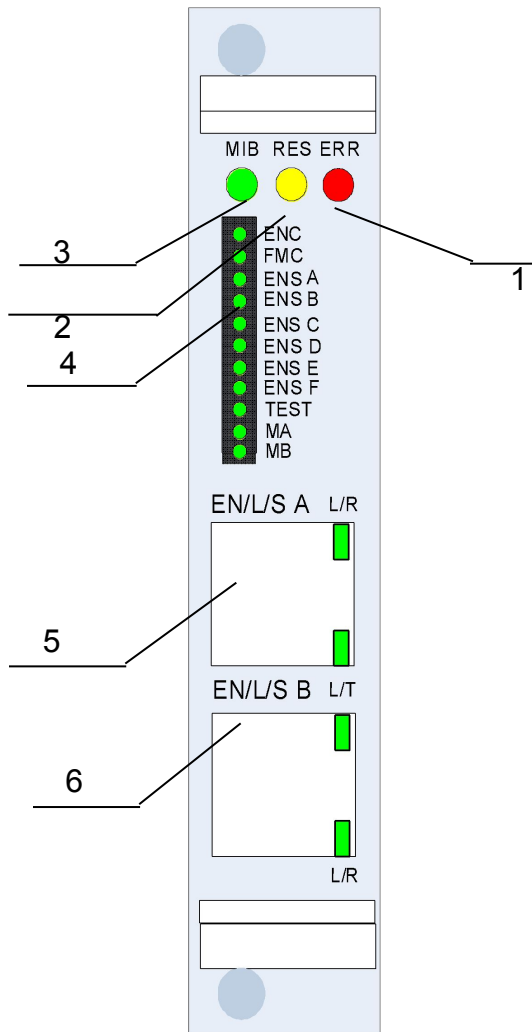
Интерфейсы последовательных линий связи V241, V242 реализованы на базе встроенных в CPU программируемых контроллеров последовательного интерфейса PSC (Programmable Serial Controller). Линии V241, V242 выведены на соединитель X1 через преобразователи UART–RS-485, обеспечивающие гальваническую развязку.

Интерфейс подключения модуля к шине UART (контроллер UART) реализован в ПЛИС КСФ. Канал подключения модуля к шине UART выведен на соединитель X1 через преобразователь UART–RS-485, обеспечивающий гальваническую развязку.

Интерфейс подключения модуля к шине SPI реализован в ПЛИС КСФ. Канал подключения модуля к шине SPI выведен на соединитель X1.



Вид передней панели модуля EMS



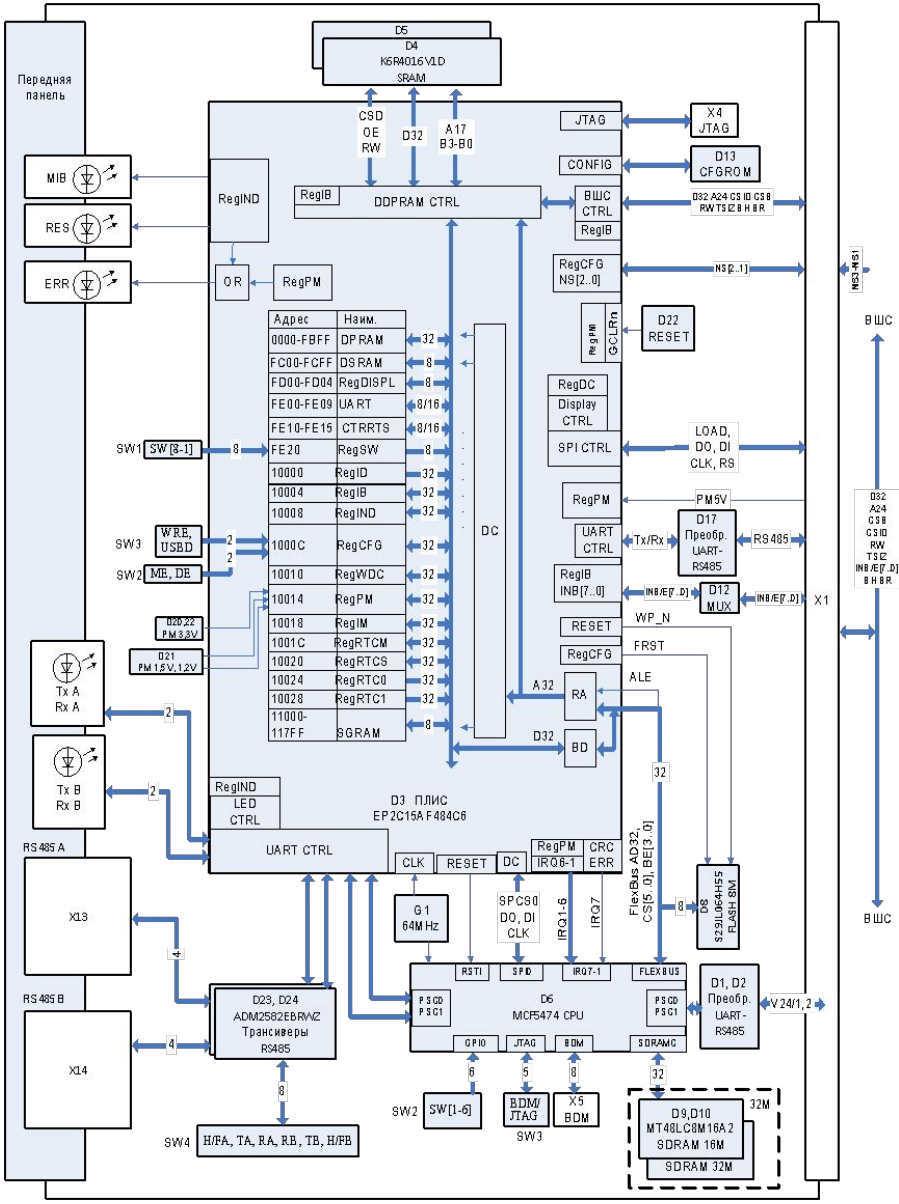
На переднюю панель модуля EMS выведены:

- 1 – индикатор ERR общей ошибки модуля (красный);
- 2 – индикатор RES нахождения модуля в состоянии резерва (жёлтый);
- 3 – индикатор MIB включения режима мастера ВШС (зелёный);
- 4 – индикаторы (зелёные):
 - исполняемой функции (ENC, FMC, ENS A, ENS B, т. д.);
 - канала Ethernet, являющегося активным; нахождения модуля в режиме тестирования;
- 5, 6 – соединители типа RJ45 (розетки) для подключения к каналам Ethernet с интегрированными индикаторами, отображающими состояние линии: L/T – связь/передача, L/R – связь/приём (зелёные).

Таблица - Назначение переключателей модуля EMS		
Обозначение	Положение	Назначение
Переключатели с функциями, заданными аппаратно		
ME	SW2:7	ON/OFF – включение/выключение режима мастера ВШС
DE	SW2:8	ON/OFF – разрешить/запретить модулю выводить информацию на дисплей модуля МПИ
USBD	SW3:1	OFF/ON – разрешить/запретить использование USB
WRE	SW3:8	ON/OFF – разрешить/запретить модификацию защищенных секторов ППЗУ
BDM/JTAG	SW3:2-3 ON SW3:4-7 OFF	Режим BDM – используется при производстве модуля
	SW3:2-3 OFF SW3:4-7 ON	Режим JTAG – используется при производстве модуля
Переключатели с функциями, задаваемыми программно		
-	SW1:1-8	Переключатели, задающие режимы работы модуля или адрес на шине EN
-	SW2:1-6	Переключатели, задающие режимы работы модуля и сегмент шины EN

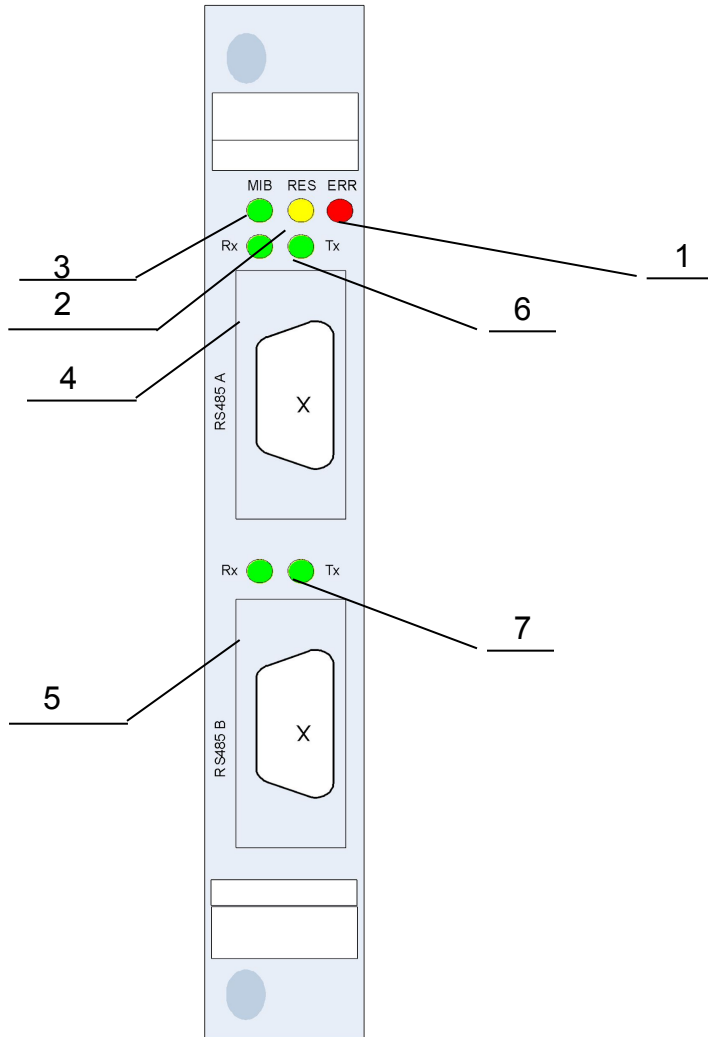
Модуль RSB

Структурная схема модуля RSB



Интерфейсы RS-485 модуля реализованы на базе встроенных в микропроцессор контроллеров последовательного интерфейса PSC. Каналы RS-485 модуля выведены на соединители X13, X14.

Вид передней панели модуля RSB

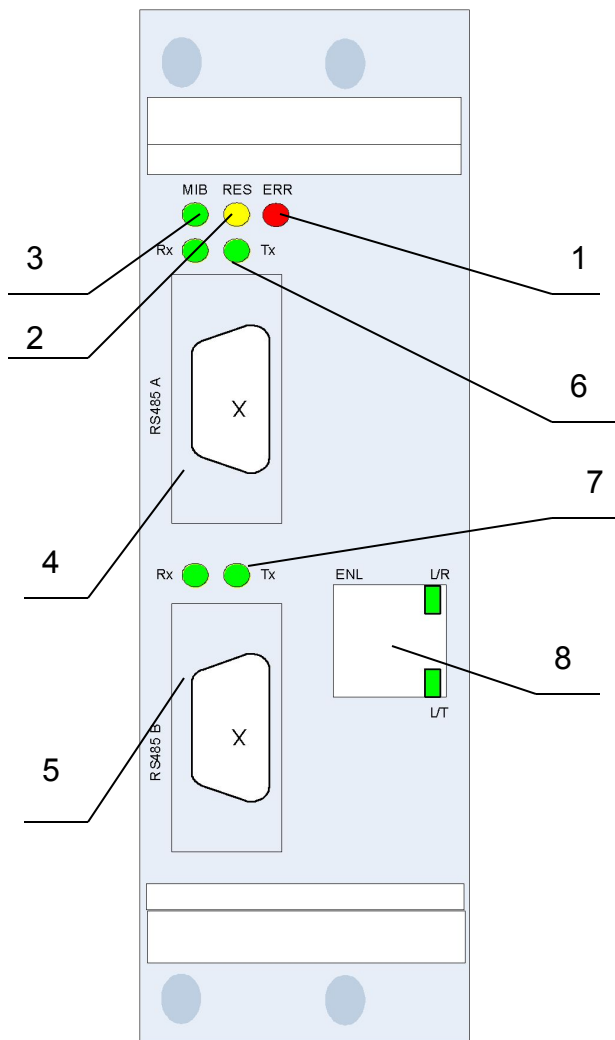


Модуль RSB ТПТС55.1214 состоит из печатной платы ТПТС55.1214.010 с закреплённой на ней передней панелью ТПТС55.1214.020 шириной 20 мм (4 HP).

Вид передней панели модуля RSB приведён на рисунке 4.4.2.

На переднюю панель модуля RSB выведены:

- 1 – индикатор ERR общей ошибки модуля (красный);
- 2 – индикатор RES нахождения модуля в состоянии резерва (жёлтый);
- 3 – индикатор MIB включения режима мастера ВШС (зелёный);
- 4, 5 – соединители типа DB9 (вилка) для подключения к каналам RS-485;
- 6, 7 – индикаторы, отображающие состояние каналов RS-485: Tx – передача, Rx – приём (зелёные).



Модуль RSL ТПТС55.1214-01 состоит из базовой печатной платы ТПТС55.1214.010 и дополнительной печатной платы ТПТС55.1214.030 с закреплённой на них передней панелью ТПТС55.1214.020-01 шириной 40 мм (8 НР). Вид передней панели модуля RSL приведён на рисунке.

На переднюю панель модуля RSL выведены:

1 – индикатор ERR общей ошибки модуля (красный);

2 – индикатор RES нахождения модуля в состоянии резерва (жёлтый);

3 – индикатор MIB включения режима мастера ВШС (зелёный);

4, 5 – соединители типа DB9 (вилка) для подключения к каналам RS-485

6, 7 – индикаторы, отображающие состояние каналов RS-485: Tx – передача, Rx – приём (зелёные);

8 – соединитель типа RJ45 (розетка) для подключения к каналу Ethernet с интегрированными индикаторами, отображающими состояние линии: L/T – связь/передача, L/R – связь/приём (зелёные).

Модуль связи с шиной Profibus (МС-ПБ)

Функциональное назначение

Модуль связи с шиной Profibus ТПТС55.1205 (МС-ПБ) предназначен для применения в составе ПА для реализации связи модуля EN-C с периферийными устройствами по шине PROFIBUS-DP.

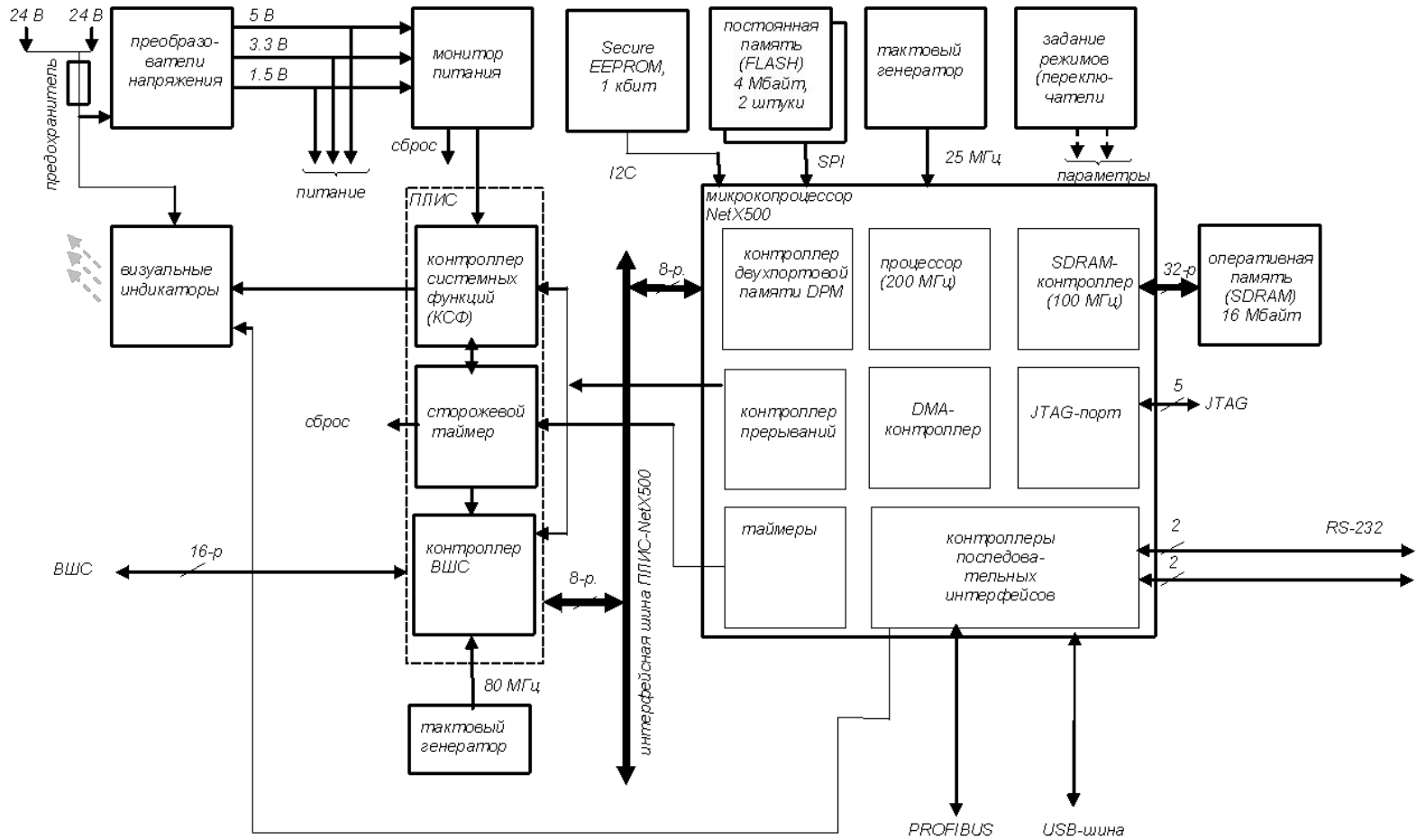
Связь МС-ПБ с модулем EN-C осуществляется по ВШС через двухпортовую память RAM МС-ПБ.

Структурная организация

МС-ПБ состоит из следующих основных блоков:

- микропроцессор NetX500;
- тактовый генератор микропроцессора;
- переключатели режимов работы процессора и загрузки ВПО;
- ППЗУ (Flash-память);
- ППЗУ лицензии протокола Profibus;
- оперативная память SDRAM;
- контроллер системных функций (КСФ);
- системный сторожевой таймер;
- контроллер ВШС;
- интерфейс Profibus;
- интерфейс USB;
- двухканальный интерфейс RS-232;
- интерфейс JTAG;
- визуальные индикаторы;
- преобразователи напряжения;
- монитор питания.

Структурная схема МС-ПБ



Микропроцессор NetX500 является центральным процессорным устройством МС-ПБ, программно реализующим протокол master-устройства шины Profibus-DP. Режимы работы микропроцессора и загрузки ВПО задаются переключателями на плате МС-ПБ.

Переключатели позволяют задавать режим загрузки процессора:

из памяти;

по последовательному интерфейсу;

из двухпортовой памяти;

по периферийной шине микропроцессора.

А также обеспечивают выбор микросхемы ППЗУ для загрузки и запуска программы.

Постоянная последовательная память (SPIFlash ППЗУ) предназначена для хранения и загрузки программы микропроцессора.

Внешняя оперативная память SDRAM микропроцессора работает на тактовой частоте 100 МГц. Ёмкость SDRAM составляет 16 Мбайт, разрядность шины данных 32 бита.

SDRAM используется, в частности, для организации двухпортовой памяти (DPM) ведомого модуля, посредством которой реализуется обмен данными с МС-ПБ по ВШС.

В рабочем режиме интерфейс USB используется для конфигурирования программы протокола Profibus микроконтроллера при помощи утилиты SyCON.NET. В отладочном режиме интерфейс USB может быть использован для программирования Flash ППЗУ модуля.

Интерфейс USB имеет защиту от статического электричества и выбросов напряжения.

МС-ПБ оснащён двумя интерфейсами RS-232, используемыми в сервисных целях. Один интерфейс (COM0) предназначен для производственного тестирования МС-ПБ, второй интерфейс – для целей отладки модуля.

Интерфейс Profibus реализует физический уровень шины Profibus с гальванической развязкой. Модуль имеет изолированный преобразователь напряжения, питающийся от внутреннего источника питания МС-ПБ.

Интерфейс Profibus МС-ПБ поддерживает скорость работы до 12 Мбит/с. Предусмотрены встроенные согласующие резисторы шины Profibus, включаемые переключателем на плате модуля.

КСФ предназначен для управления работой микропроцессора и устройствами МС-ПБ. КСФ выполняет функции:

- контроля состояния;
- управления;
- сброса;
- индикации.

Программное управление устройствами

Управление устройствами МС-ПБ осуществляется по ВШС.

Управление работой процессора МС-ПБ возможно путем записи через двухпортовую память ВШС соответствующих сообщений.

Также возможен сброс и/или перезапуск МС-ПБ путем записи по ВШС соответствующего значения в регистры ввода-вывода МС-ПБ.

Контроль состояния устройств

Контроль состояния работы МС-ПБ возможен либо путем чтения через двухпортовую память ВШС информационных и диагностических сообщений программы процессора, либо путем чтения по ВШС значений регистров ввода-вывода.

Программное самотестирование

МС-ПБ имеет POST (Power On-Self Test) программу, которая запускается каждый раз после включения питания.

POST-программа осуществляет тестирование работоспособности ядра процессора и встроенных блоков, индикаторов на лицевой панели и вспомогательных индикаторов, инициализирует и проверяет внешнюю память (Flash, SDRAM), проверяет связь с ПЛИС.

По результатам тестирования в ПЛИС записывается слово состояния, отражающее результаты прохождения тестов, которое может быть считано по ВШС из регистров ввода-вывода МС-ПБ.

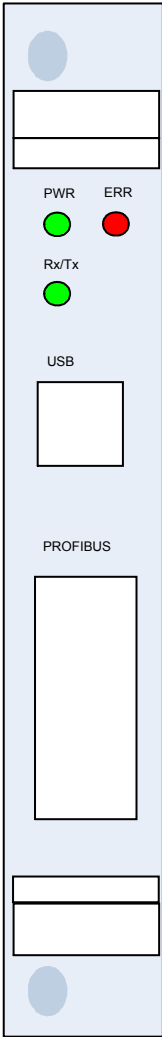
В случае успешного прохождения POST-теста осуществляется запуск основной рабочей программы. В противном случае в ПЛИС записывается код ошибки, загорается индикатор ошибки на передней панели и модуль переходит в режим ожидания без запуска основной рабочей программы.

Сигнализация

На лицевой панели МС-ПБ предусмотрена индикация наличия питания модуля, аппаратно-программной ошибки, обмена данными по шине Profibus.

Расширенную информацию по кодам ошибок и состоянию линий питания можно прочитать по ВШС в соответствующих регистрах ввода-вывода.

Вид передней панели МС-ПБ



Модуль связи с шиной Profinet (МС-ПН)

Функциональное назначение

Модуль связи с шиной Profinet ТПТС55.1206 (МС-ПН) предназначен для применения в составе ПА для реализации связи модуля EN-C с периферийными устройствами по шинам на базе Real-Time Ethernet.

Связь МС-ПН с модулем EN-C осуществляется по ВШС ПА через двухпортовую память RAM МС-ПН.

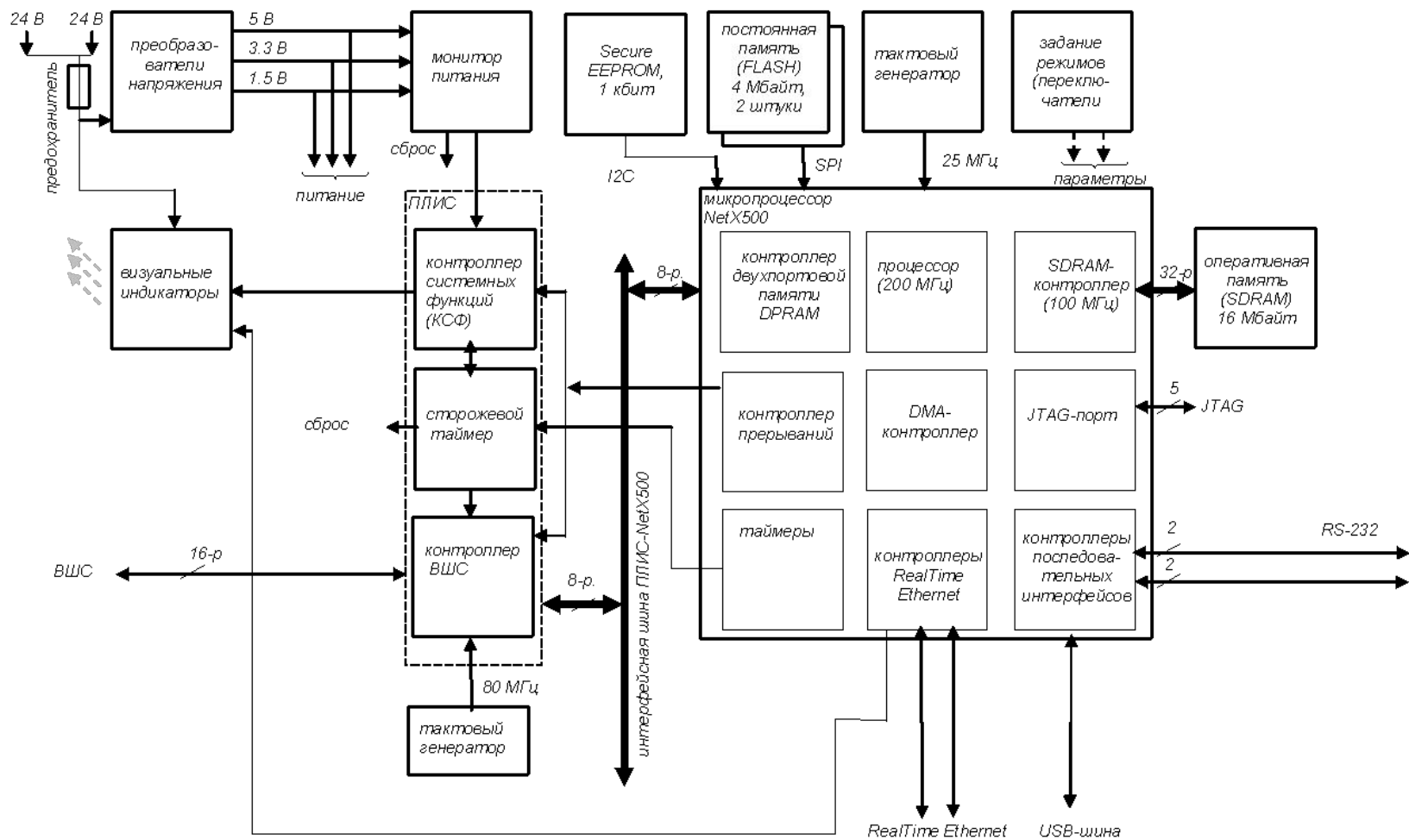
Унификация модулей МС-ПБ и МС-ПН

Модуль ТПТС55.1206 (МС-ПН) и ТПТС55.1205 (МС-ПБ) построены на общей аппаратной платформе и отличаются тем, что МС-ПБ имеет внешнюю полевую шину Profibus, а МС-ПН — два интерфейса RealTime Ethernet. На программном уровне модули отличаются тем, какие программы коммуникационных протоколов загружаются в процессор NetX500.

Данный подход позволяет сократить время разработки модулей, унифицировать конструкцию, комплектующие, средства разработки, отладки и технологической проверки модулей при производстве.

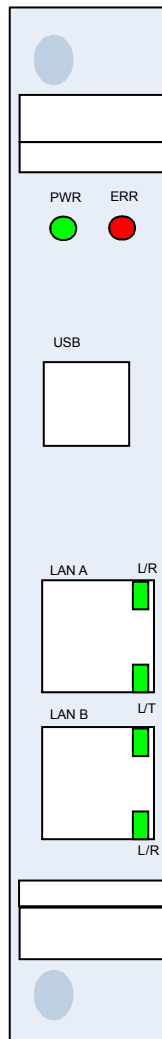
Структурная организация МС-ПН

Структурная организация МС-ПН отличается от структурной организации МС-ПБ лишь наличием другого внешнего интерфейса — вместо интерфейса Profibus применяются два интерфейса RealTime Ethernet, на базе которых реализуются различные промышленные протоколы обмена и полевые шины.



Структурная схема МС-ПН

Вид передней панели МС-ПН



Модуль питания и индикации

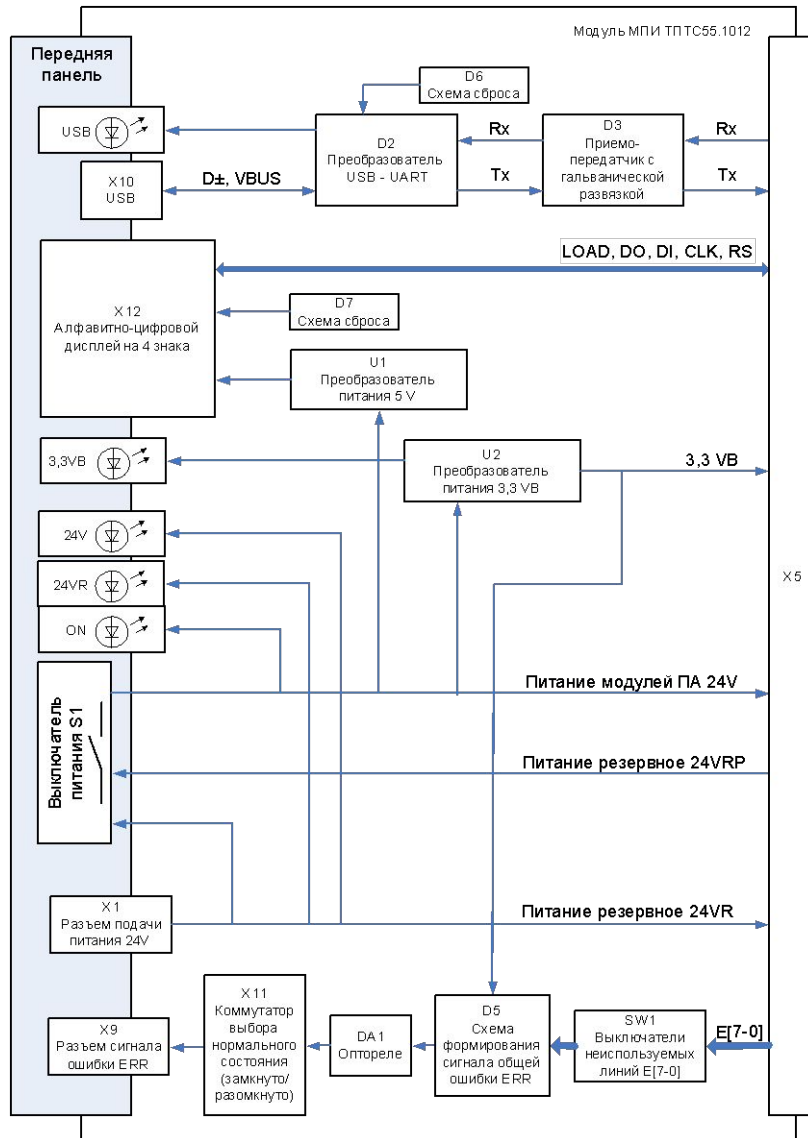
Модуль питания и индикации (МПИ) выполняет функции:

- коммутации основного и резервного питания, включения-выключения питания;
- вывода оперативной информации о работе ПА на табло алфавитно-цифрового дисплея.

МПИ имеет интерфейс USB для диагностики и настройки ПА при помощи персонального компьютера или инженерного пульта.

МПИ не имеет в своем составе микропроцессоров и микросхем, требующих программирования. Для модулей EMS и RSB модуль МПИ является пассивным периферийным устройством коммуникаций и индикации, а также устройством подачи питания 24 В.

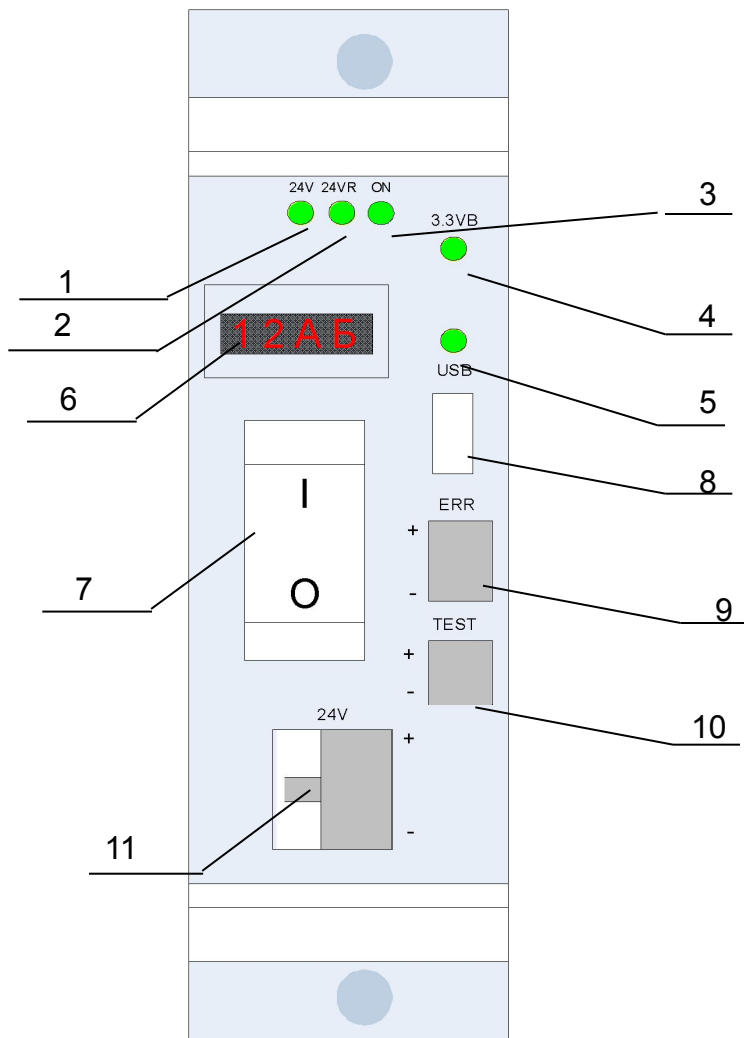
Структурная схема МПИ



В состав МПИ входят:

- алфавитно-цифровой дисплей на 4 знакоместа X12;
- выключатель питания S1;
- разъем USB X10;
- разъем подачи питания «24V» X1;
- разъем сигнала общей ошибки ERR X9;
- индикаторы наличия основного и резервного питания «24V», «24VR»;
- индикатор включения крейта ON;
- индикатор соединения по USB;
- микросхема преобразователя USB-UART D2;
- приемо-передатчик RS-485 UART с гальванической развязкой D3;
- схема формирования сигнала сброса преобразователя USB-UART при подключении к внешнему устройству (компьютеру) D6;
- преобразователь напряжения питания 24 В в напряжение питания 3,3 В для устройств, соединенных с шиной ВШС, U2;
- преобразователь напряжения питания 24 В в напряжение 5 В для питания алфавитно-цифрового дисплея U1;
- схема формирования сигнала сброса при подачи питания на дисплей D7;
- схема формирования сигнала общей ошибки D5;
- набор выключателей, предназначенных для отключения неиспользуемых линий сигналов неисправности модулей E[7-0], соответствующих слотам полукрейта SW1;
- оптореле DA1;
- штырьковый разъем, на который устанавливается переключатель, для выбора нормального состояния сигнала общей ошибки (нормально замкнутые контакты или нормально разомкнутые контакты оптореле) X11.

Вид передней панели МПИ



- 1 – индикатор наличия основного питания 24 В (зеленый);
- 2 – индикатор наличия резервного питания 24 В (зеленый);
- 3 – индикатор подачи питания 24 В на модули полукрейта (зеленый);
- 4 – индикатор наличия питания 3,3 В (питание устройств шины ВШС) (зеленый);
- 5 – индикатор наличия напряжения питания USB при присоединении к внешнему активному USB-устройству (зеленый);
- 6 – алфавитно-цифровой дисплей;
- 7 – выключатель питания полукрейта;
- 8 – разъем USB;
- 9 – разъем сигнала общей ошибки;
- 10 – разъем для контроля наличия напряжения питания;
- 11 – разъем подачи основного питания 24 В.

Встроенное программное обеспечение процессора автоматизации

Центральный функциональный модуль FM-C осуществляет подключение ПА к шине ENL по двум каналам. В составе ПА он выполняет следующие прикладные функции:

- прием данных технологического процесса, данных диагностики и параметров ПМ -модулей от станций ввода/вывода по шине EN-L;
- чтение из DPRAM прикладных данных, поступающих от модуля EN-C по шине ВШС;
- обработку данных в соответствии с заданными алгоритмами;
- передачу результатов обработки и команд управления исполнительными устройствами по шине EN-L в станции ввода/вывода;
- запись результатов обработки и полученных по шине EN-L данных в двухпортовую память DPRAM для чтения их модулем EN-C по шине ВШС.

Прикладные функции модуля FM-C задаются пользовательской функциональной структурой, загружаемой в модуль по собственному интерфейсу USB или по шине ВШС модулем EN-C.

Модуль FM-C выполняет также следующие базовые функции ПА, задаваемые встроенным программным обеспечением модуля (ВПО):

- канальный и прикладной протоколы передачи данных по шине ENL,
- поддержку синхронизации счета времени в RTC-таймере (счетчике реального времени), которая осуществляется модулем EN-C путем прямой записи в счетчик по шине ВШС текущего значения времени, получаемого модулем EN-C по шине EN в телеграммах синхронизации времени;
- синхронизацию времени в модулях станций ввода/вывода,
- программно-аппаратный самоконтроль,
- поддержку загрузки пользовательской функциональной структуры модуля по собственному интерфейсу USB и по шине ВШС от модуля EN-C;

поддержку диагностики и загрузки ВПО модуля по собственному интерфейсу USB и по шине ВШС от модуля EN-C.

Модуль EN-C обеспечивает подключение ПА к шине EN по двум каналам Ethernet, а также к двум последовательным интерфейсам V24 и интерфейсу USB.

В составе ПА модуль EN-C выполняет следующие прикладные функции:

- прием и обработку телеграмм по шине EN, извлечение из телеграмм и передачу прикладных данных в модуль FM-C путем записи их в DPRAM модуля FM-C по шине ВШС;
- прием прикладных данных и данных диагностики из модуля FM-C путем чтения его DPRAM, формирование телеграмм шины EN и передачу их по шине EN;
- прием прикладных данных из модулей EN-S путем чтения их из DPRAM модулей по шине ВШС и передачу их в модуль FM-C путем записи в DPRAM модуля по шине ВШС;
- прием по шине EN телеграмм времени и синхронизацию времени ПА путем записи значения времени в RTC-таймер модуля FM-C непосредственно по шине ВШС.

Коммуникационные прикладные функции модуля задаются пользовательской коммуникационной структурой на языке STEP- M (BG), загружаемой по шине EN или интерфейсу USB.

Модуль EN-C выполняет также следующие базовые функции, задаваемые ВПО модуля:

- канальный протокол LLC и прикладной протокол передачи данных по шине EN;
- программно-аппаратный самоконтроль;
- управление резервированием ПА путем взаимного опроса состояний работоспособности резервируемых ПА по двум последовательным интерфейсам V24 и принятия на этой основе решения о назначении активного и резервного ПА;
- управление резервированными каналами шины EN путем назначения активного и резервного канала на основе результатов самоконтроля и контроля шины EN;
- поддержку загрузки пользовательской функциональной структуры модуля по шине EN и по интерфейсу USB;
- поддержку диагностики и загрузки ВПО модуля;
- передачу запросов диагностики и загрузки ВПО, поступающих по шине EN и по интерфейсу USB, модулям FM-C и EN-S по шине ВШС и через модуль FM-C по шине EN-L модулю RS-L и модулям станций ввода/вывода.

Модуль RS-L предназначен для организации связи ПА с интеллектуальными датчиками и приводами по 2-м интерфейсам RS-485 и протоколу MODBUS.

Он может быть использован также для связи с другой периферией по программно реализуемым протоколам передачи данных. По двум интерфейсам RS-485 модуля к ПА могут подключаться до 62 периферийных устройств. Связь модуля с другими модулями ПА осуществляется по шине ENL через сетевой коммутатор аналогично станции ввода/вывода, что обеспечивает его автономность. Он может размещаться не только в крейте ПА, но и в других крейтах и удаленных приборных стойках. К одному ПА может быть подключено до 16 модулей RS-L вместо станций ввода/вывода.

В отличие от других модулей ПА модуль RS-L может резервироваться автономно независимо от ПА. Для управления резервированием модуль имеет два последовательных интерфейса V24, по которым два резервируемых модуля производят взаимный опрос состояния работоспособности друг друга и принимают решение о назначении одного из них активным, а другого резервным модулем.

Модуль имеет средства программно-аппаратного самоконтроля и поддерживает диагностику и загрузку ВПО по собственному интерфейсу USB, а также по запросам, поступающим от модуля FM-C по шине EN-L.

Модуль RS-L не структурируется, его функции задаются встроенным программным обеспечением.

Функционально-интерфейсный модуль FM-C

Интерпретатор пользовательских структур

Для выполнения пользовательских структур разработан интерпретатор пользовательских структур.

Пользовательская структура позволяет сконфигурировать работу модуля, каждая инструкция пользовательской структуры соответствует определенной функции встроенного программного обеспечения. В процессе работы модуля интерпретатор последовательно обрабатывает инструкции и вызывает соответствующие функции.

Модуль может находиться в трех состояниях:

- «0» – пользовательская структура не выполняется;
- «1» – пользовательская структура выполняется;
- «2» – переход из состояния 0 в состояние 1.

В состоянии «0» модуль переходит при подачи соответствующей команды из диагностической станции или при возникновении ошибок выполнения пользовательской структуры. Переход в состояние «0» могут вызвать следующие ошибки:

- 1) Номер исполняемой строки структуры превышает максимальное количество строк структуры.
- 2) Контрольная сумма пользовательской структуры, пересчитываемая в фоновом цикле, не совпала с изначальной контрольной суммой пользовательской структуры.
- 3) Контрольная сумма параметров инструкций пользовательской структуры, пересчитываемая в фоновом цикле, не совпала с изначальной контрольной суммой параметров инструкций пользовательской структуры.

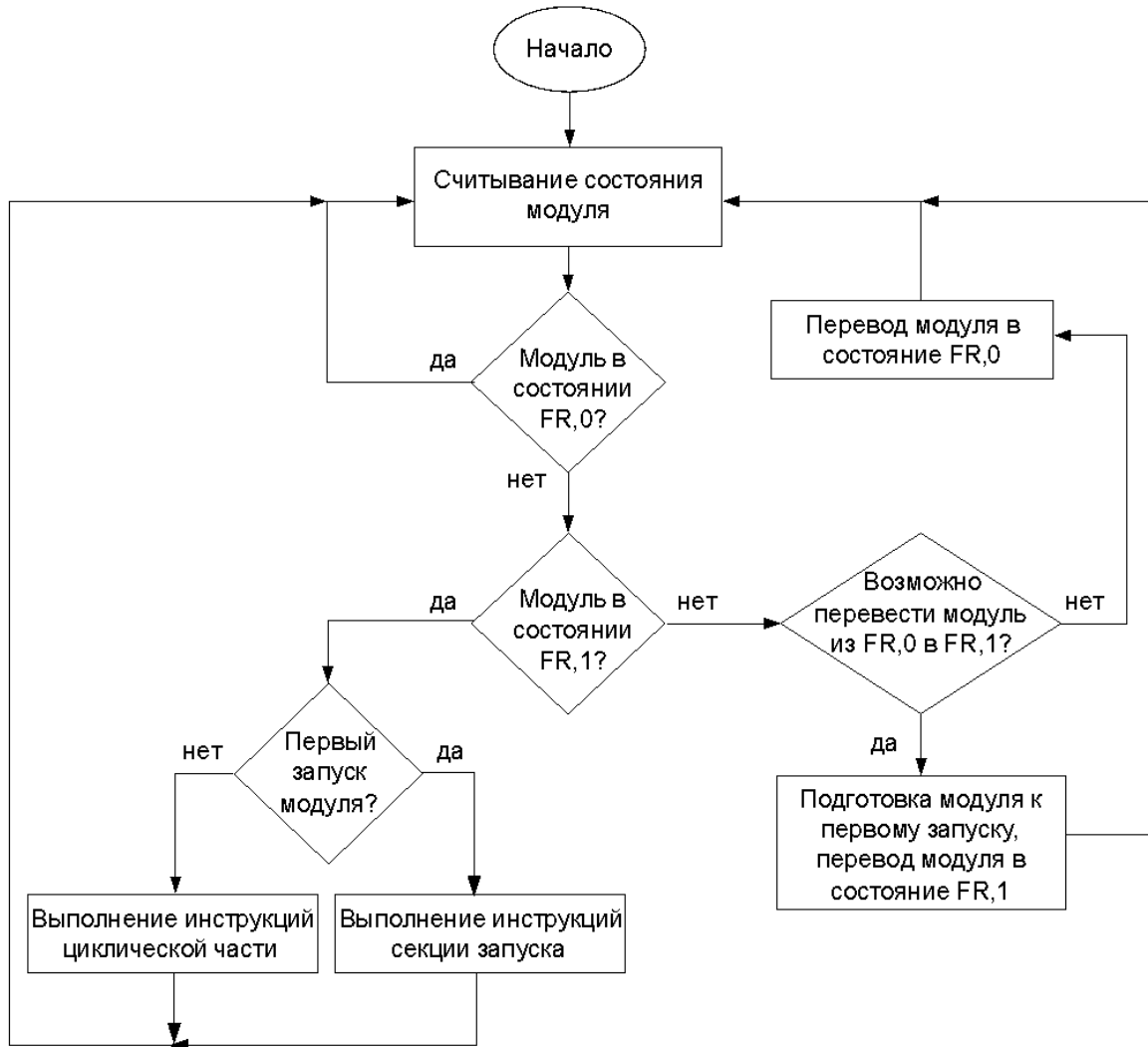
При подаче команды от программы структурирования на включение выполнения пользовательской структуры, модуль переходит в состояние «2» - перезапуск. В этом состоянии выполняются следующие действия:

- 1) Проверка пользовательской структуры на ошибки структурирования.
- 2) Подсчет контрольной суммы пользовательской структуры и вычисление служебных параметров.
- 3) Построение служебной структуры для инструкций перехода и подпрограмм.

При успешном выполнении вышеперечисленных действий и отсутствии ошибок модуль переходит в состояние «1», в противном случае на диагностической станции выдается сообщение об ошибке, а модуль переходит в состояние «0».

При успешном переходе из состояния «0» в состояние «1» пользовательская структура сохраняется в энергонезависимую память. Так же, в энергонезависимой памяти хранится информация о текущем состоянии модуля и контрольная сумма сохраненной пользовательской структуры.

Алгоритм работы интерпретатора пользовательских структур



Протоколирование событий

Следующие события заносятся в историю событий модуля:

- подключение диагностической станции к модулю;
- отключение диагностической станции от модуля;
- подача команды перехода в состояние «1»;
- подача команды перехода в состояние «0»;
- включение тестового режима;
- выключение тестового режима;
- включение имитации маркеров;
- выключение имитации маркеров;
- модуль перешел в состояние «0» из-за ошибки во время обработки пользовательской структуры;
- модуль перешел в состояние «0» из-за несовпадения контрольной суммы пользовательской структуры;
- подача команды удаления структуры;
- подача команды загрузки структуры;
- установка точки останова;
- снятие точки останова;
- подача команды изменения значений маркеров.

Резервирование

- Модули EMS и МПИ по отдельности не резервируются, резервированный режим работы относится к резервированию ПА в целом, как системы из двух модулей EMS и модуля МПИ, установленных в левом и правом полукрейте БПА.
- Выбор, какой из ПА в крейте (левый или правый) будет работать в режиме основного, а какой будет находиться в резерве, производится циклически во время работы, после проведения процедуры самотестирования модулей и операции «взвешивания» найденных отклонений от нормы и неисправностей. При отсутствии неисправностей или равенстве вычисленных весов отклонений, основным ПА назначается тот, у которого включен переключатель приоритета назначения основным ПА в резервированном режиме работы.
- В типовой конфигурации, приоритет левого ПА в БПА при распределении функций основной-резервный в резервированном режиме работы ПА задается на этапе подготовки модулей EMS к работе.
- Резервированием ПА управляют модули EMS, работающие в режиме ENC, установленные в посадочные места X2, X12 БПА. Модули EMS, установленные в посадочные места X3, X13, функций поддержки резервирования не имеют, режим их работы (основной-резервный) задается модулями, установленными в посадочные места X2, X12.
- В отличие от модулей EMS, каждый модуль RSL может резервироваться модулем, установленным в соседнюю половину крейта БПА, в посадочное место с номером, отличающимся на 10. Таким образом, образуются резервированные пары модулей RSL в посадочных местах X2-X12, X4-X14, X6-X16, X8-X18. При установке модулей RSL в симметричные посадочные места БПА доступна функция обмена оперативными данными между резервируемыми модулями RSL по шинам V24 внутри крейта.

Резервированные модули RSL работают синхронно, основной модуль постоянно обновляет данные о состоянии сети в резервном модуле, кроме того, резервный модуль в каждом цикле обмена проверяет наличие соединения и проводит самодиагностику.

Резервирование модулей RSL позволяет сохранять работоспособность сети при выходе из строя основного модуля, автоматически переключившись на резервный модуль.

Резервированное подключение модулей RSL позволяет обнаружить разрывы линии связи, и восстановить связь между **наибольшим количеством** подключенных к шине устройств и одним из пары модулем RSL, - модулем, работающем в основном режиме. **Однако, при разрыве линии связи, связь с оставшимися устройствами на шине RS-485 будет потеряна, несмотря на имеющееся подключение к модулю RSL, который переведен в резервный режим.**

В типовой конфигурации, приоритет включения основного режима для модулей RSL, устанавливаемых в левый полукрейт БПА, при распределении функций основной-резервный в резервированном режиме работы задается на этапе подготовки модулей RSL к работе.

ВНИМАНИЕ! При использовании варианта компоновки БПА, установка в одном полукрейте модулей EMS и модулей RSL, возникают ограничения по резервированию модулей RSL, поскольку, при необходимости замены модулей EMS или МПИ, не допускающих горячей замены, требуется отключение питания половины крейта, в которой заменяются модули, в этом случае, модули RSL, находящиеся в этой половине крейта, также выводятся из эксплуатации на время отключения питания.

Основные определения языка STEP-M(NT)

Базовое программное обеспечение (БПО) – специальным образом подготовленный набор служебных программ, загружаемый в память функционального модуля, фиксированный для модуля определенного типа и версии.

Язык STEP-M(FM) - язык программирования интерпретирующего типа для формирования и обработки пользовательской структуры в модуле FM-C.

Структурирование - совокупность действий, связанных с формированием, загрузкой и работой пользовательской структуры при использовании модулей в составе программно-технического комплекса (ПТК) ТПТС.

Пользовательская структура (ПСТ) - совокупность операторов языка STEP-M(FM), которая сформирована по определенным правилам и обеспечивает выполнение модулем конкретных задач по обработке информации в ПТК ТПТС. Часть пользовательской структуры от оператора AS до оператора SZYK называется секцией запуска. Часть пользовательской структуры от оператора SZYK до оператора ENDE называется циклической частью.

Операторы языка STEP-M(FM) - это законченные арифметические, логические и другие операции. Каждому оператору соответствует идентификатор, то есть символическое имя для его обозначения. Оператор может содержать параметры.

Маркер – идентификатор, используемый для доступа к значениям входов, выходов и внутренних переменных функционального модуля. Маркеру соответствует поименованная область оперативной памяти (RAM) функционального модуля, в которой содержится значение этого маркера. В зависимости от назначения маркеры могут быть аналоговыми и двоичными.

Операнд – маркер, используемый как параметр оператора языка STEP-M(FM).

Логический результат (VKE) – двоичный признак (значения 0 или 1), используемый для принятия решения при обработке прикладной структуры интерпретатором. Установка логического результата производится при выполнении некоторых операторов языка STEP-M(FM).

Идентификатор первичной проверки (ERAB) – двоичный признак (значения 0 или 1), используемый при выполнении логических операторов языка STEP-M(FM).

Маркеры

Классификация маркеров

Основными маркерами являются бинарные маркеры типа М и аналоговые типа МА. Такие маркеры записываются как <Тип маркера>, <№ группы>, <№ маркера в группе>. Здесь <№ группы> может быть от 0 до 99999 (5 символов), <№ маркера в группе> принимает значение от 1 до 16.

С точки зрения возможности использования в пользовательской структуре маркеры можно разделить на следующие типы:

- маркера входов/выходов ENL и ВШС;
- функциональные маркера;
- маркеры, доступные для пользователя;
- таймеры;
- маркеры диагностики СП-модулей.

Далее рассмотрены особенности использования маркеров в пользовательских структурах и примеры обозначения указанных типов маркеров.

Маркера входов/выходов ENL и ВШС

Маркеры данного типа предназначены для использования в качестве входов и выходов ENL и ВШС.

Входы/выходы ВШС:

AAT, <№ группы>, <№ маркера в группе> — аналоговый выход ВШС.

EAT, <№ группы>, <№ маркера в группе> — аналоговый вход ВШС.

AT, <№ группы>, <№ маркера в группе> — двоичный выход ВШС.

ET, <№ группы>, <№ маркера в группе> — двоичный вход ВШС.

Где <№ группы> может быть от 0 до 999 (3 символа), <№ маркера в группе > принимает значение от 1 до 16.

Входы/выходы ENL:

AAS, <№ интерфейсного модуля>, <№ СП-модуля>, <№ сигнала> — аналоговый выход ENL.

EAS, <№ интерфейсного модуля>, <№ СП-модуля>, <№ сигнала> — аналоговый вход ENL.

AS, <№ интерфейсного модуля>, <№ СП-модуля>, <№ сигнала> — двоичный выход ENL.

ES, <№ интерфейсного модуля>, <№ СП-модуля>, <№ сигнала> — двоичный вход ENL.

Здесь <№ интерфейсного модуля> может быть от 1 до 16, <№ СП-модуля> - от 1 до 16, <№ сигнала> - от 0 до 999 (3 десятичных символа). Если число каналов невелико, но каждый содержит множество сигналов (регулятор или ESG-функция), то в <№ сигнала> под номер канала отводится первая цифра, остальные две — номер сигнала в канале. Если наоборот, имеется несколько десятков каналов с небольшим числом сигналов в каждом (каналы ввода/вывода), то под номер канала отводится первые две цифры, а оставшаяся даёт номер сигнала.

Функциональные маркеры

Маркеры данного типа предназначены для использования в соответствии со своим назначением.

Примеры функциональных маркеров:

- интерфейсные блоки для связи модуля с верхним уровнем управления (IBR, IVL, ITE);
- маркеры, предназначенные для хранения данных обновления.

Пользователь должен обеспечить режим использования функциональных маркеров (чтение и запись) в строгом соответствии с их функциональным назначением.

Обозначение:

MF, <№ группы>, <№ маркера в группе> – бинарный функциональный маркер

MAF, <№ группы>, <№ маркера в группе> – аналоговый функциональный маркер

Здесь <№ группы> может быть от 0 до 9999 (4 десятичных символа), <№ маркера в группе> - от 1 до 16.

Маркеры, доступные для пользователя

Маркеры данного типа, предназначены для хранения результатов вычисления промежуточных значений при выполнении пользовательской структуры и доступны пользователю, как в режиме чтения, так и в режиме записи.

Обозначение:

M, <№ группы>, <№ маркера в группе> – бинарный маркер

MA, <№ группы>, <№ маркера в группе> – аналоговый маркер

Здесь <№ группы> может быть от 0 до 99999 (5 десятичных символов), <№ маркера в группе> - от 1 до 16.

Таймеры

Из числа двоичных маркеров выделены особые, обеспечивающие функции таймеров. Таких маркеров 1024. Обращение к ним, как к операндам пользовательской структуры, выполняется по обозначению **T,<номер таймера>**.

Маркеры диагностики СП-модулей

Для каждого СП-модуля по шине ENL приходит информация о его текущем состоянии (ошибках) в виде 64-битных значений (биты состояния), где некоторые биты всегда имеют один и тот же смысл, некоторые специфичны для разных СП-модулей. Чтобы эта информация могла быть использована в алгоритмах функциональных модулей, для неё выделен специальный тип маркеров, обозначаемых как **VS,<№ интерфейсного модуля>,<№ СП-модуля>,<№ бита состояния>**. Здесь <№ интерфейсного модуля> может быть от 1 до 16, <№ СП-модуля> - от 1 до 16, <№ бита состояния> - от 1 до 64.

Примечание. Значения, доступные как маркеры диагностики СП-модулей, также отдаются на ВШС при соответствующем запросе инструментального средства.

Аккумулятор

Аккумулятор (АККУ) содержит результат выполнения математической операции с аналоговыми значениями. Этот результат представляет собой число с плавающей точкой. Он доступен для последующей обработки математическими функциями, использующими в качестве операндов аналоговые значения. Содержимое аккумулятора не изменяется, если после математической операции с аналоговыми значениями следует математическая операция с двоичными значениями.

Текущее содержимое аккумулятора выводится на экран программы структурирования в тестовом режиме выполнения структуры (команда структурирования TEST,1).

Результат считывания

Результат считывания – состояние двоичного операнда перед выполнением логической операции.

Логический результат

Логический результат (VKE) – двоичный признак (значения 0 или 1), используемый для принятия решения при обработке прикладной структуры интерпретатором. Установка логического результата производится при выполнении некоторых операторов языка STEP-M(FM).

Программа структурирования и язык STEP-M(FM) обеспечивают соответственно информационную и программную поддержку VKE. Информационная поддержка реализуется выводом значения VKE на экран программы структурирования при выполнении структуры в тестовом режиме (команда TEST,1). Программная поддержка VKE связана с наличием группы операторов, которые позволяют устанавливать, анализировать и использовать значение VKE.

Перед выполнением первого оператора циклической части структуры, значение VKE всегда устанавливается равным единице.

Обмен с внешними абонентами по шине EN

В КСА ТПТС-НТ передача данных между процессорами автоматизации и верхним уровнем управления производится по шине EN. Передаваемые по шине EN сообщения делятся на следующие категории:

данные процесса,
данные управления от СВБУ,
служебные данные, в том числе и запросы структурирования,
диагностические данные,
телеграммы синхронизации времени.

ВПО EN-С обеспечивает обработку следующих типов телеграмм на шине EN:

1. Телеграмм, обеспечивающих совместную работу КСА ТПТС-НТ и ТПТС-ЕМ.

передача, прием телеграмм AKS, AES в режиме DI;
передача, прием телеграмм AKS в широковещательном режиме;
передача, прием телеграмм MKS, BES в режиме DI;
передача, прием телеграмм AKE, MKE, AEE, BEE - регистрации AKS, MKS, AES, BES;
передача, прием телеграмм RAKE, RMKE, RAEE, RBEE - ответа на телеграммы регистрации AKS, MKS, AES, BES;
передача телеграмм BST, ZTT, LUT;
прием телеграмм ABST, ALUT - регистрации BST, ZTT, LUT;
передача телеграмм RABST, RALUT ответа на телеграммы регистрации BST, ZTT, LUT;
прием запроса на диагностические телеграммы ASD;
выдача телеграмм RASD ответа на телеграммы ASD;
выдача телеграмм ANZ91 - ответ от шинной системы о недоставке телеграммы;
выдача телеграмм ANZ98 - оповещение об изменении состояния каналов шинной системы,
передача широковещательных телеграмм RTA для построения таблицы соответствия адресов абонентов CS275 и адресов SINEC,
прием телеграмм ATA – ответов, содержащих данные для построения таблицы соответствия (с адресом CS275 и адресом SINEC).
прием телеграмм чтения PL и телеграмм записи PS;
передача телеграмм ответа RPL, RPS на телеграммы PL, PS;
прием телеграммы запроса;
передача телеграммы ответа RY на запрос Y-адреса.
Форматы телеграмм BST сохраняются для следующих канальных операторов: IVL, ITE, IBR, KOM,

2. Телеграмм, передаваемые по завершению пользовательского цикла вычисления FM-S.

ВПО EN-C обеспечивает передачу аналоговых и двоичных значений другим абонентам для следующего количества сигналов:

максимальное количество сигналов, передаваемых ПА на шину EN, равняется 256 аналоговых и 1024 дискретных сигналов,

максимальное число принимаемых ПА сигналов от других абонентов EN шины равняется 1024 аналоговых и 4096 дискретных сигналов.

В исходной пользовательской структуре назначается перечень аналоговых и двоичных сигналов.

Для передачи этих сигналов они упаковываются в телеграммы (до 28-ми аналоговых значений или до 32-ух двоичных значений), предназначенные **для одного абонента-получателя**. Функцию объединения в телеграммы должны выполняться структурирующим пакетом

При передаче одного сигнала нескольким абонентам чтение его значения из DPRAM FM-C производится однократно.

Для передачи этих сигналов используются следующие типы телеграмм;

передача, прием телеграмм ATS в режиме DI; (время фиксируется с точностью до 0,1 секунды, 4-ёх байтное представление аналогового значения и признаки достоверности, сформированные для всех операндов в отдельном поле)

Формат телеграммы ATS

Смещение (байт)	Размер (байт)	Обозначение поля	Значение	Содержание
0	1	BD	0xEF	Начало телеграммы прикладного уровня
1	1	LG		Длина данных телеграммы
2	1	OPC	0xD2	Код операции
3	2	PBLNR	00 0x0C	Номер блока-получателя телеграммы
5	2	PBLNA	00 0x4E	Имя блока-получателя телеграммы
7	2	Time		Время регистрации сигнала или отправления телеграммы модулем ЦМ : 000010 101000 0011 минута секунда 0.1секунды
9	2	BV1 BV2		00110000 1101000 16 1 0011 101000101011 Признак ЦМ 28 17 Признаки достоверности аналоговых величин (0 – достоверно)

<i>Аналоговые значения</i>				
11	2	Adata 1_1		Первое слово аналогового значения: 1 00101000 0110011 32 31 24 23 17 знак Показатель Мантисса числа степени)
13	2	Adata 1_2		Второе слово аналогового значения: 01001010 00101011 16 1 Мантисса
<i>Телеграмма может содержать до 28 аналоговых значений</i>				
122	2	ENR1		Тип и номер блока запроса на передачу AKS первому приемнику: 001 X 000000000111 Тип блока Номер блока ATE
<i>У телеграммы ATS может быть максимум 6 блоков-получателей</i>				
133	2	ABLNA		Имя программного блока-отправителя телеграммы: 001 X 000101000101 Тип Номер телеграммы Телеграммы (ATS)
135	1	MT		Очередь телеграммы в многоадресной посылке. Телеграмма может быть отправлена максимум 6 получателям
136	1	EN	0x04	Концевой код