

Глава 2. Контроллеры зарубежных производителей.

В этой главе представлены аппаратные средства автоматизации, предлагаемые признанными международными лидерами по производству данной продукции.

Существенным критерием отбора была область применения рассматриваемых технических средств - автоматизация технологических процессов добычи, подготовки, транспорта, хранения и переработки нефти и газа. Специфика таких объектов хорошо известна, и далеко не любые комплексы контроллеров могут быть при этом использованы.

2.1. Контроллеры и сетевые средства компании Allen-Bradley.

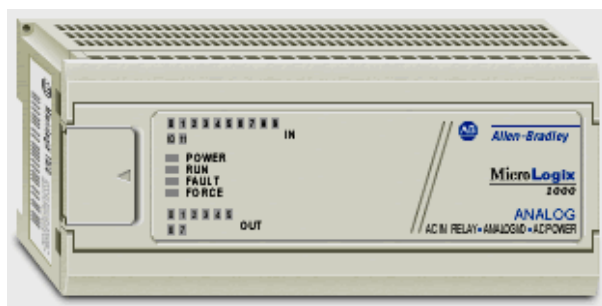
Компания Allen-Bradley Rockwell Automation существует уже более 90 лет. Она проектирует, производит и поддерживает широкий диапазон продуктов автоматизации во всем мире. Производимые компанией продукты включают в себя логические контроллеры, устройства питания, интерфейсы оператора, датчики и программное обеспечение.

Компания предлагает несколько семейств контроллеров: микроконтроллеры **MicroLogix 1000**, **MicroLogix 1200**, **MicroLogix 1500**, малые логические контроллеры **SLC** (Small Logic Controller), контроллеры **ControlLogix**, программируемые логические контроллеры семейства **PLC** и другие.

2.1.1. MicroLogix 1000.

MicroLogix 1000 - семейство самых малых контроллеров компании **Allen-Bradley**, выполненных в виде одномодульного конструктива и рекомендуемых для приложений, требующих до 32 точек ввода/вывода.

При двух типах источников питания - 120/240 вольт переменного тока (120/240VAC) и 24 вольта постоянного тока (24VDC), выпускается четырнадцать моделей



контроллеров на разное количество и уровень входных и выходных сигналов:

- 4 модели – на 16 вводов/выводов (10DI, 6DO);
- 5 моделей – на 32 ввода/вывода (20DI, 12DO);
- 2 модели – на 10 вводов/выводов (6DI, 4DO);
- 3 модели – на 25 вводов/выводов (12DI, 8DO, 4AI, 1AO).

Все модели семейства имеют энергонезависимую память для хранения программ емкостью 1 Кб инструкций и резервную память типа ЭСППЗУ.

Время цикла контроллера – это время, прошедшее от считывания входа до выдачи управления на соответствующий выход контроллера. Оно определяется временем сканирования входа, временем обработки алгоритма управления и временем сканирования выхода. Чем меньше время цикла, тем выше быстродействие контроллера.

Характеристика контроллера

Характеристика	MicroLogix 1000
Память программ	0.7 Кб
Память данных	0.4 Кб
Тип памяти	ЭСППЗУ
Среднее время цикла	1.5 мс
Коммуникации через порт RS-232: - по протоколу DF1 Half-Duplex - по протоколу DH-485 (сеть) - по протоколу DF1 Full-Duplex	Через модем Через конвертор АIC+ Для программирования

Диапазон напряжения входных дискретных сигналов при питании 120VAC равен 79-132В, при питании 24VDC - 15-30В; выходные дискретные сигналы – релейные.

Аналоговый ввод/вывод встроен в контроллер, а не выполнен в виде модулей расширения, что обеспечивает ему высокоскоростные характеристики.

Все три аналоговые модели имеют 4 аналоговых входа и один выход:

- 2 входа – по напряжению (от -10В до +10В);
- 2 входа – по току (0 – 20 мА) и один аналоговый выход (0 – 10В или 4 – 20мА).

Коммуникационные возможности контроллера **MicroLogix 1000** определяют его использование в системах диспетчерского управления и сбора данных.

Через единственный порт RS-232 контроллер обеспечивает взаимодействие с системой управления по следующим протоколам:

- по протоколу DF1 Half-Duplex (slave) – в системах сбора данных и диспетчерского управления;
- по протоколу DH-485 (одноранговая связь) – с сетями;
- по протоколу DF1 Full-Duplex – связь “точка с точкой”.

Одноранговая (равноправная) связь контроллера **MicroLogix** с сетями по протоколу реализуется с помощью конвертора интерфейса **1761-AIC**. Конвертор интерфейса обеспечивает доступ к сети DH-485 через порт RS-232 контроллеров **MicroLogix**, **SLC 5/03** и **SLS 5/04**, а также персональных

компьютеров. АИС имеет два разъема RS-232 и один – RS-485.

Сеть DH-485 контролирует параметры процесса, параметры и состояние устройств сети и прикладных программ для поддержки сбора данных, текущего контроля данных, загрузки/выгрузки программ и супервизорного контроля.

Характеристика сети DH-485:

- соединение до 32 устройств;
- возможность нескольких мастеров;
- возможность добавлять или удалять узлы без прерывания сети;
- максимальная длина сети 1219м.

Пример построения сетей DH-485 с контроллерами различных семейств **MicroLogix** и контроллерами SLC приведен на рис. 2.1.1.

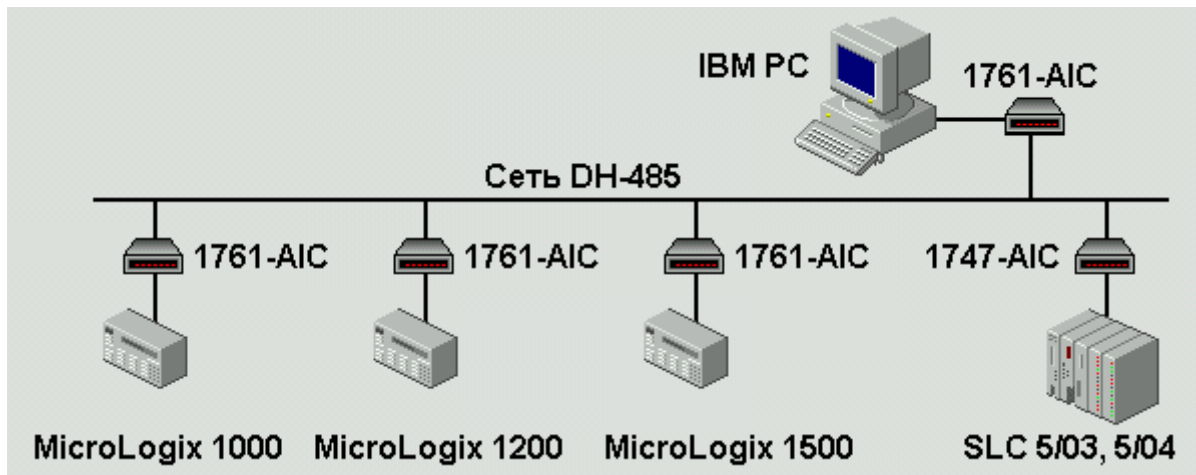


Рис. 2.1.1. Контроллеры MicroLogix в сети DH-485.

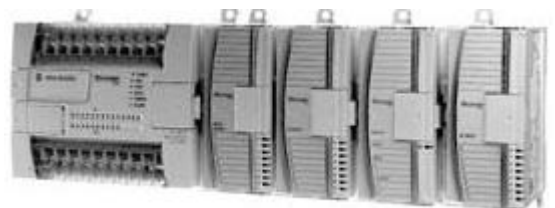
Размеры контроллера MicroLogix 1000 (Ш x В x Г) - **120 x 80 x 40** мм.
Способ монтажа - DIN-рейка.

Условия эксплуатации:

- температура - от 0 до +50⁰С;
- влажность - 5 - 95% без конденсации;
- вибрация - 5 Гц - 2 КГц, амплитуда - 0,381 мм.

2.1.2. MicroLogix 1200.

В отличие от контроллера **MicroLogix 1000**, контроллер **MicroLogix 1200** имеет большие возможности по вводу/выводу и взаимодействию с сетями. В состав контроллера MicroLogix 1200 входят процессор, встроенный ввод/вывод и блок питания. Выпускается 6 моделей MicroLogix 1200 на 24 и 40 встроенных вводов/выводов.



К контроллеру MicroLogix 1200 можно добавить до 6 модулей ввода/вывода (96 каналов). Таким образом, максимальная возможность контроллера по вводу/выводу – 136 каналов. Модули расширения ввода/вывода размещаются с правой стороны контроллера.

Входное напряжение встроенных дискретных вводов, в зависимости от модели, может быть двух типов и уровней: 24В постоянного тока и 120В переменного тока.

Коммуникационные возможности.

MicroLogix 1200 имеет встроенный порт RS-232C, который поддерживает полный и полудуплексный протоколы. Этот порт может быть использован для следующих типов взаимодействия:

- Порт RS-232C поддерживает протокол DF1 (дуплекс и полудуплекс), DH-485 и Modbus slave, а также равноправный обмен (peer-to-peer). Этот порт может быть непосредственно использован для программирования и подключения персонального компьютера (HMI).
- Через интерфейс 1761- NET-DNI контроллер **MicroLogix 1200** может быть подсоединен к сети **DeviceNet** (до 64 устройств). Этот интерфейс обеспечивает подчиненный ввод/вывод, равноправную связь и возможность загрузки/выгрузки программ.
- Через интерфейс 1761- NET-ENI контроллер **MicroLogix 1200** может быть подсоединен к сети Ethernet. Этот интерфейс поддерживает мониторинг программ и их загрузку/выгрузку, сбор данных и равноправный обмен информацией.
- Через интерфейс 1761- NET-AIC контроллер **MicroLogix 1200** может быть подключен к сети DH-485 (до 32 устройств).

Примеры построения сетей DeviceNet и Ethernet с контроллерами различных семейств **MicroLogix** и контроллерами SLC приведены на рис. 2.1.2 и рис. 2.1.3.

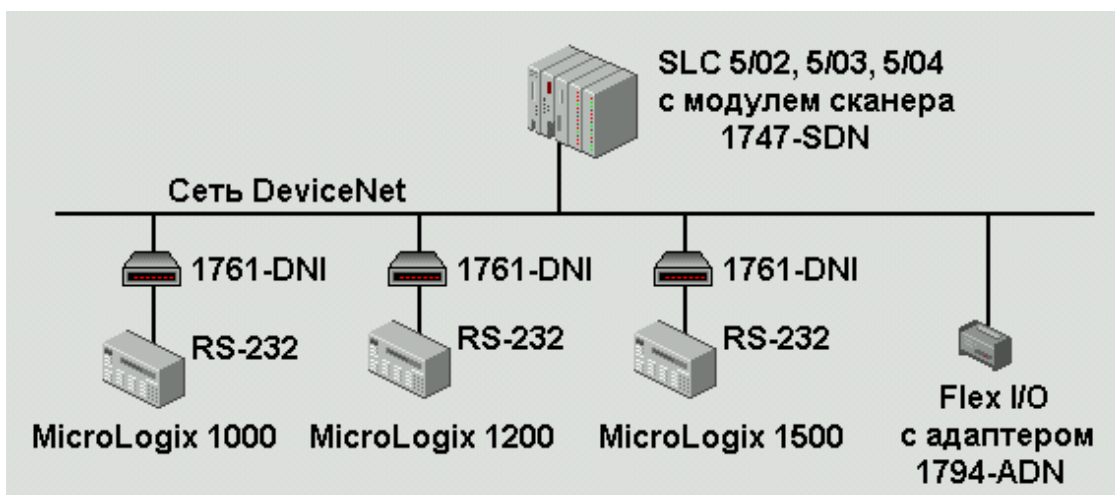


Рис. 2.1.2. Контроллеры MicroLogix в сети DeviceNet.

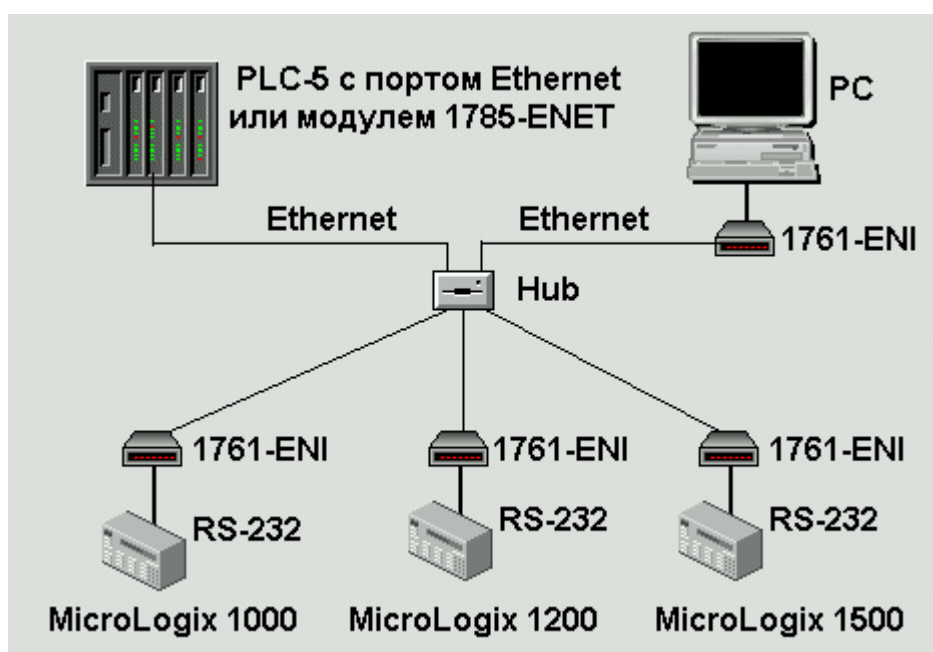


Рис. 2.1.3. Контроллеры MicroLogix в сети Ethernet.

Размеры (длина) контроллеров MicroLogix 1200 на 24 и 40 вводов/выводов различны: **110 x 90 x 87** мм (на 24 I/O), **160 x 90 x 87** мм (на 40 I/O). Каждый модуль расширения ввода/вывода добавляет еще 40 мм к длине контроллера.

Монтаж контроллера и модулей ввода/вывода может производиться на панели винтами или на DIN – рейке.

Контроллеры на 40 I/O (1762-L40AWA, 1762-L40BWA, 1762-L40BWB) имеют съемный терминальный блок для облегчения подсоединения проводов.

2.1.3. Контроллеры семейства SLC 500.

Семейство SLC 500 – семейство малых программируемых контроллеров, построенное на двух аппаратных модификациях:

- фиксированные контроллеры с опцией расширения при помощи двухслотного шасси;
- модульные контроллеры с количеством точек ввода/вывода до 960.

Фиксированные контроллеры SLC 500 – серия контроллеров с широкими сетевыми возможностями, обеспечивающая до 104 вводов/выводов. Фиксированные **SLC 500** включают центральный процессор с возможностью подключения к сети DH-485, встроенный источник питания и определенное количество каналов ввода/вывода.



Существует 24 конфигурации контроллеров, отличающиеся количеством вводов/выводов (20, 30, 40), уровнем сигналов и источниками питания.

Конфигурация на 20 точек (11 моделей) обеспечивает 12 DI (120, 240 VAC и 24 VDC) и 8 DO (реле, ключ, транзистор).

Конфигурация на 30 точек (6 моделей) обеспечивает 18 DI и 12 DO.

Конфигурация на 40 точек (7 моделей) обеспечивает 24 DI и 16 DO.

Шасси расширения на 2 слота обеспечивает подключение 64 дополнительных вводов/выводов.

Модульные контроллеры серии SLC 500 предлагают дополнительную гибкость конфигурирования системы, более мощные процессоры и большую емкость ввода/вывода.

Выбирая соответствующие шасси, источники питания, процессоры, дискретные или специальные модули ввода/вывода, можно создать систему управления для различных применений. Имеется четыре типа процессоров:



- процессор SLC 5/01 с памятью до 4 Кб и набором инструкций, аналогичным фиксированному SLC 500;
- процессор SLC 5/02 с памятью до 4 Кб и расширенным набором инструкций;
- процессор SLC 5/03 с памятью до 12 Кб, производительностью в 5–10 раз большей, чем у SLC 5/02 и широкими коммуникационными возможностями;
- процессор SLC 5/04 (с сопроцессором) с памятью до 20 Кб,

возможностью коммуникаций по сети DH+, DH-485, RS-232 и быстродействием, превышающим SLC 5/03;

Контроллеры семейства SLC имеют 4 различных размера шасси: на 4, 7, 10, 13 слотов.

Характеристика контроллеров

Процессоры	SLC 5/01	SLC 5/02	SLC 5/03	SLC 5/04
Память программ	1Кб	4Кб	12Кб	20Кб
Дополнительная память данных	нет	нет	4Кб	4Кб
Дополнительное резервное ОЗУ	EEPROM	EEPROM	EEPROM	EEPROM
Время выполнения битовой операции	4 мкс	2.4 мкс	0.44 мкс	0.37 мкс
Время сканирования	8 мс/К	4.8 мс/К	1 мс/К	0.9 мс/К
Набор инструкций	52	71	71	71
ПИД-регулирование	нет	да	да	да
Операции с плавающей запятой	нет	нет	да	да
Емкость В/В (дискретный)	256	480	960	960
Макс. шасси / слот в/в	3/30	3/30	3/30	3/30

Контроллеры SLC наряду с локальным вводом/выводом поддерживают расширение ввода/вывода (до 3 шасси SLC 500 может быть соединено вместе с помощью специального кабеля). Процессоры SLC 5/03 и SLC 5/04 могут полностью поддерживать 30 модулей ввода/вывода (30x32=960 I/O).

Модули ввода/вывода.

Компания Allen-Bradley предлагает несколько семейств **модулей ввода/вывода**, которые отличаются рядом характеристик: принадлежностью определенным семействам контроллеров, конструкцией, составом интерфейсов (1761-Micrologix 1000, 1762-Micrologix1200, 1769-Micrologix 1500, 1747-SLC/фиксированные, 1746-SLC/модульные, 1771-PLC, 1791-Remote I/O, 1792-агрессивная среда, 1794-FLEX I/O, 1756-ControlLogix).

Параметры каналов всех семейств блоков ввода/вывода близки. Дискретные каналы охватывают весь набор стандартных сигналов; максимальный ток выходного канала 2А при напряжении переменного тока 220В обеспечивается реле, симистером, транзистором.

Все модули имеют аналоговые входы $\pm 10В$, 0 - 20 мА и аналоговые выходы 0 - 10В, 4 - 20 мА. Имеются модули с выходными сигналами 0 - 5,

1 - 5, $\pm 5\text{В}$ и 4 - 20, ± 20 , $\pm 40\text{ мА}$ и выходными сигналами ± 10 , 1 - 5 и 0 - 25 В, а также 0 - 50 мА. Есть отдельные блоки для ввода в контроллеры сигналов от термопар и термометров сопротивления.

Семейство 1746 модулей ввода/вывода адаптировано для функционирования с модульными контроллерами SLC.

Модули этого семейства размещаются в малых шасси и имеют достаточно широкую номенклатуру как по количеству вводов/выводов, так и по качеству – постоянного тока, переменного тока:

- DI (около 20 типов на 4, 8, 16, 32 входа различных уровней);
- DO (23 типа на 4, 8, 16 и 32 выхода различных уровней);
- DI/DO (3 типа – 2/2, 4/4, 6/6);
- AI (6 типов на 4 и 8 входов);
- AO (4 типа на 4 выхода);
- AI/AO (2 типа – 2/2).

Всего семейство 1746 включает около 50 типов модулей ввода/вывода.

Для использования модулей ввода/вывода этого семейства необходимо шасси с источником питания и кабели. Если шасси удаленное (RIO), для контроллера SLC необходим также модуль адаптера (SN, DCM, DSN).

Коммуникационные возможности.

Контроллеры семейства SLC 500 могут взаимодействовать с сетями DH-485, DH+, Remote I/O, DeviceNet через встроенные порты и с помощью интерфейсных модулей. Все контроллеры семейства допускают также последовательную связь через интерфейс RS-232 (процессоры SLC 5/03 и SLC 5/04 - через собственный порт, процессоры SLC 5/01 и SLC 5/02 - через порт интерфейсных модулей).

Процессоры		SLC 5/01	SLC 5/02	SLC 5/03	SLC 5/04
DH-485		Порт Slave	Порт Slave	Порт1 Master/Slave	Порт1 Master/Slave
RS-232	DH-485	нет	нет	Порт 0 Master/Slave	Порт 0 Master/Slave
	DF1	1747-KE	1747-KE	Порт 0	Порт 0
	ASCII	нет	нет	Порт 0	Порт 0
DH+		1785-KA5	1785-KA5	1785-KA5	Порт

1747-KE – мост между сетью DH-485 и устройствами, требующими протокол DF1;

1785-KA5 – модуль связи между станциями в сетях DH+ (PLC-5) и DH-485 (SLC).

- Для подключения устройств семейства SLC 500 к сети DH-485 используется изолированный разветвитель сети 1747-AIC. Разветвитель имеет сменный блок контактов с 6 позициями для подключения к кабелю связи DH-485 (см. рис.2.1.1).

- Подключение порта RS-232 модульных SLC 5/03, SLC 5/04 к SLC 5/01, SLC 5/02 и AIC, которые поддерживают DH-485, можно осуществить посредством конвертора 1746-PIC.

Сеть DH-485 с устройствами семейства SLC представлена на рис. 2.1.4.

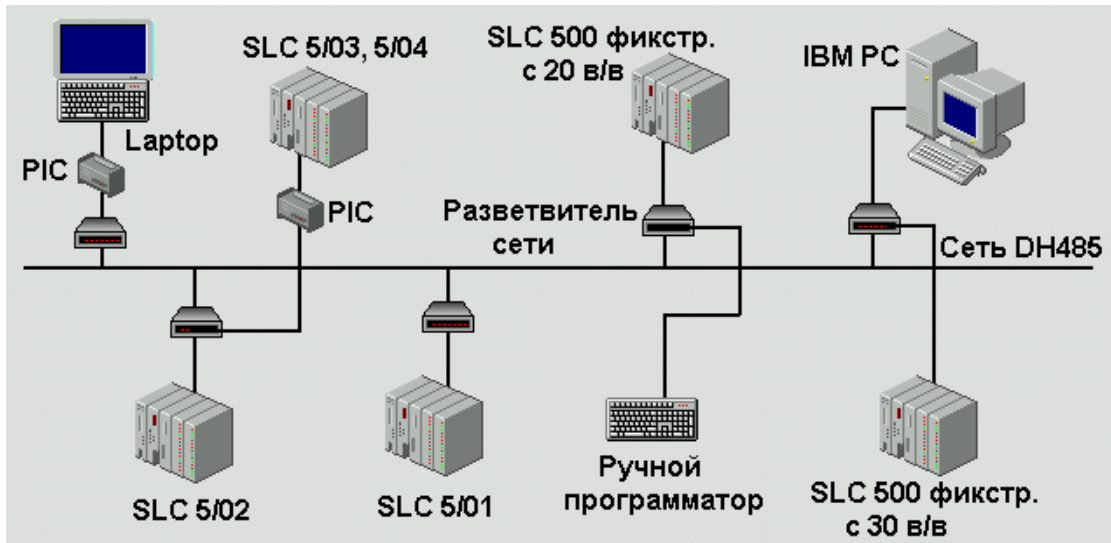


Рис. 2.1.4. Подключение контроллеров SLC к сети DH-485.

- С сетью DH+ контроллер SLC 5/04 взаимодействует через встроенный порт (для SLC 5/01, SLC 5/02, SLC 5/03 требуется модуль 1785-КА5, причем контроллеры SLC 5/01, SLC 5/02 в сети DH+ могут быть только slave).

Размеры шасси контроллеров SLC (Ш x В x Г):

- на 4 слота - 17.7 x 17.1 x 14.5 см;
- на 7 слотов - 28.2 x 17.1 x 14.5 см;
- на 10 слотов - 39.7 x 17.1 x 14.5 см;
- на 13 слотов - 50.2 x 17.1 x 14.5 см.

Условия эксплуатации контроллеров:

- температура - от 0 до +60⁰С;
- влажность - 5 - 95% без конденсата.

2.1.4. Контроллеры PLC - 5.

PLC - 5 - семейство модульных контроллеров средней мощности фирмы Allen-Bradley, имеющих 25 типов центральных процессоров.

Контроллеры PLC-5 поддерживают операции с плавающей запятой и расширенные математические функции (логарифмические,

тригонометрические, статистические, экспоненциальные, функции квадратного корня). Контроллеры имеют встроенные управляющие программы (включая ПИД-регулирование), прерывания процессора управляются временем и событиями. Встроенный боковой разъем позволяет подключить модуль управляющего сопроцессора и модуль Ethernet.

Характеристика контроллеров

Процессор	Память	Ввод/вывод	Связь
PLC 5/11	8 К	256	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • DH+/Remote I/O (адаптер/сканер)
PLC 5/20 PLC 5/26	16 К	1024	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • DH+/Remote I/O (адаптер/сканер) • DH+ (фиксированный)
PLC 5/20E	16 К	1024	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • DH+/Remote I/O (адаптер/сканер) • DH+ (фиксированный) • Ethernet
PLC 5/30	32 К	1024	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • 2DH+/Remote I/O (адаптер/сканер)
PLC 5/40 PLC 5/46	48 К	2048	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • 4DH+/Remote I/O (адаптер/сканер)
PLC 5/40E	48 К	2048	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • 2DH+/Remote I/O (адаптер/сканер) • Ethernet
PLC 5/40L	48 К	2048	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • 2DH+/Remote I/O (адаптер/сканер) • Расширенный В/В
PLC 5/60	64 К	3072	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • 4DH+/Remote I/O (адаптер/сканер)
PLC 5/60L	64 К	3072	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • 2DH+/Remote I/O (адаптер/сканер) • Расширенный В/В
PLC 5/80 PLC 5/86	100 К	3072	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • DH+/Remote I/O (адаптер/сканер)
PLC 5/80E	100 К	3072	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурируемый RS-232/422 • 2DH+/Remote I/O (адаптер/сканер) • Ethernet

В качестве контроллеров верхнего уровня фирма рекомендует применять SLC 5/03, SLC 5/04, а также контроллеры семейства PLC, а в качестве контроллеров нижнего уровня - MicroLogix 1000/1200/1500, SLC 500, контроллеры семейства SLC 5, а для сложных удаленных объектов - контроллеры семейства PLC - 5.

Семейство модулей ввода/вывода 1771.

Семейство 1771 модулей ввода/вывода адаптировано для функционирования с контроллерами PLC-5.

Модули этого семейства размещаются в больших шасси и могут работать совместно с контроллерами PLC, SLC, ControlLogix. Для использования модулей ввода/вывода семейства 1771 необходимо шасси с источником питания. Если шасси локальное, расширенное или удаленное (RIO), необходим также модуль адаптера.

Семейство **1771** имеет очень широкую номенклатуру (более 100 типов модулей): модули ввода DI на 8, 16, 32 входа различных уровней и AI на 4 и 8 входов; модули вывода DO на 4, 6, 8, 16 и 32 выхода различных уровней и AO на 4 и 8 выходов, а также смешанные AI/AO.

Для модулей 1771 имеется 4 типа шасси. Количество слотов в шасси может быть 4, 8, 12 и 16.

Семейство модулей ввода/вывода 1794 FLEX I/O.

FLEX I/O (1794) - гибкая, компактная система ввода/вывода, позволяющая существенно сократить сроки монтажа и обслуживания. Система состоит из взаимозаменяемых компонентов, которые легко стыкуются и образуют компактную систему ввода/вывода для контроллеров семейств SLC и PLC (по связи RIO – через адаптер 1794-ASB).

Система FLEX I/O представляет собой модульную систему, которая предлагает большой выбор сетевых возможностей.

Для использования модулей ввода/вывода этого семейства необходим монтажный рельс, модуль адаптера, источник питания, модули контактной базы и кабель. На один модуль адаптера можно использовать до 8 модулей контактной базы. Это позволяет реализовать 128 дискретных вводов/выводов (или 64 аналоговых ввода, или 32 аналоговых вывода):

- DI (4 типа на 8 и 16 входов);
- DO (5 типов на 8 и 16 выходов);
- DI/DO (1 тип 10/6);
- AI (4 типа на 4 и 8 входов);
- AO (2 типа на 4 выхода);
- AI/AO (2 типа – 2/2, 4/2).

Система 1794 FLEX I/O может взаимодействовать со всеми контроллерами семейств PLC и SLC по сетям **Remote I/O** (сеть удаленного ввода/вывода), **ControlNet** (высокоскоростная сеть) и **DeviceNet** (сеть уровня устройств). При этом необходим адаптер связи (соответственно 1794-ASB, 1794-ACN или 1794-ADN).

Семейство модулей ввода/вывода 1791.

Блоки В/В 1791 – самостоятельные блоки, обладающие функциональностью адаптера коммуникационной сети, источника и модулей ввода/вывода. Обеспечивают рентабельное решение для нескольких удаленных вводов/выводов (16 или 32 точки):

- DI (4 типа на 16 и 32 входа);
- DO (4 типа на 16 и 32 выхода);
- DI/DO (18 типов – 8/8, 16/16, 32/32, 64/64 и т. д.);
- AI/AO (4 типа – 4/2).

Блоки подключаются к сети Allen – Bradley **Remote I/O** (через модуль адаптера 1794–ASB), объединяющей различные устройства, такие как АРМ оператора, приводы и т. д.

Для использования модулей ввода/вывода этого семейства необходим корпус, источник питания и удаленный адаптер. При использовании семейства 1791 с контроллерами **SLC** в контроллере следует предусмотреть место для модуля сканера **1747-SN**.

Коммуникационные возможности.

Ethernet-процессоры PLC-5/20E, 5/40E, 5/80E предлагают встроенные возможности связи Ethernet TCP/IP. Они обеспечивают интеграцию архитектуры Allen-Bradley в систему промышленного стандарта Ethernet TCP/IP, предлагая гибкие открытые решения.

Модуль интерфейса Ethernet (1785-ENET) для PLC-5 присоединяется сбоку процессора. При использовании с процессором PLC-5 модуль 1785-ENET обеспечивает связь с Ethernet без использования портов DH+/RIO, а при использовании с Ethernet-процессором (PLC-5/20E, 5/40E, 5/80E) – способность работать с двойной связью Ethernet. ControlNet-процессорам PLC-5 модуль 1785-ENET обеспечивает связь с сетью Ethernet.

Как и контроллеры SLC, PLC-5 имеют выход в фирменную сеть DH+. Пример взаимодействия контроллеров семейств PLC и SLC **в сети DH+** приведен на рис. 1.9 (см. главу 1).

Сеть Remote I/O поддерживает обмен данными в реальном масштабе времени для управления устройствами. Шасси ввода/вывода и другие

устройства могут быть установлены на расстоянии до 3048м от процессора PLC. Можно поместить процессор прямо в шасси ввода/вывода, где он сможет контролировать собственные резидентные входы/выходы при одновременной связи с управляющим контроллером по удаленной сети.

Сеть Remote I/O (удаленных вводов/выводов) является сетью мастер/подчиненный, которая позволяет шасси ввода/вывода, пультам интерфейса оператора, кнопочным панелям, блокам в/в находиться на большом расстоянии от управляющего процессора PLC. SLC 500 фиксированный, SLC 5/01, SLC 5/02, SLC 5/03, SLC 5/04 могут связываться с этой сетью через модуль 1747-ASB (рис. 2.1.5).

Если в шасси с процессором SLC 5/02, SLC 5/03, SLC 5/04 разместить модуль сканера удаленного ввода/вывода 1747-SN, в сети не требуется наличие PLC для взаимодействия с Remote I/O.

Каждый 1747-SN поддерживает до 1024 ввода/вывода.

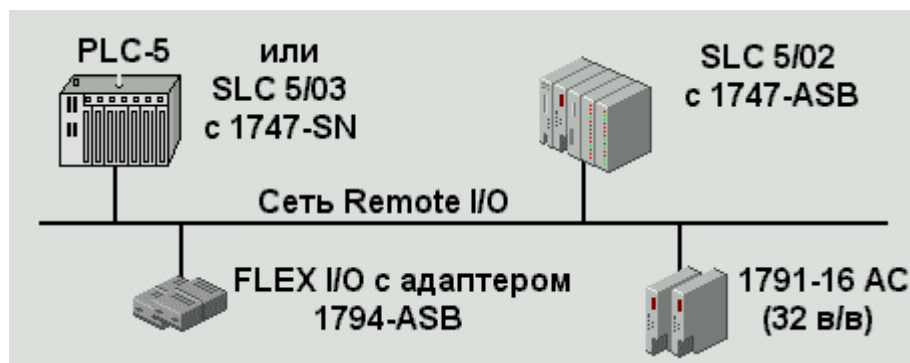


Рис. 2.1.5. Сеть удаленного ввода/вывода Remote I/O.

Процессор с каналом, установленным в режим сканера, работает как супервизорный процессор для других процессоров, установленных в режим адаптера (через модуль 1747-ASB для контроллеров SLC и модуль 1771-ASB для контроллеров PLC). Он может:

- собирать данные с устройств ввода/вывода в удаленных шасси;
- обрабатывать данные ввода/вывода от 8, 16 и 32 точечных модулей.

Процессор, работающий в режиме адаптера, может просматривать и управлять собственными локальными вводами/выводами во время связи с управляющим процессором по сети удаленных вводов/выводов (Remote I/O).

Процессоры PLC-5/40L, 5/60L (с адаптером расширенного локального ввода/вывода 1771-ALX) допускают использование связи расширенного локального ввода/вывода для ускоренного обновления данных (рис. 1.2 главы 1). Это параллельная связь позволяет расширенному процессору сканировать максимум 16 расширенных локальных шасси ввода/вывода. Расширенные шасси могут быть разнесены на расстояние до 30м от

процессора. На последнем модуле адаптера устанавливается терминатор 1771-СТХ.

Процессоры PLC-5/40L, 5/60L кроме локальных расширенных вводов/выводов могут сканировать резидентные вводы/выводы процессора и удаленные вводы/выводы.

DeviceNet – открытая коммуникационная сеть нижнего уровня, которая обеспечивает подключение полевых устройств (датчиков, исполнительных устройств, приводов и т. д.) к устройствам более высокого уровня (процессорам). Устройства, подключаемые к сети, могут быть от различных производителей. Для взаимодействия процессоров SLC 5/02, 5/03, 5/04 с устройствами сети DeviceNet используется модуль сканера 1747-SDN. Один сканер может поддерживать до 63 подчиненных узлов в сети DeviceNet.

Длина сети DeviceNet определяется скоростью передачи данных: 100м при скорости 500 Кбод, 200м – 250 Кбод, 500м – 125 Кбод.

Обобщенная архитектура взаимодействия семейств PLC и SLC по сетям DH+, DH-485 и Remote I/O представлена на рис. 2.1.6.

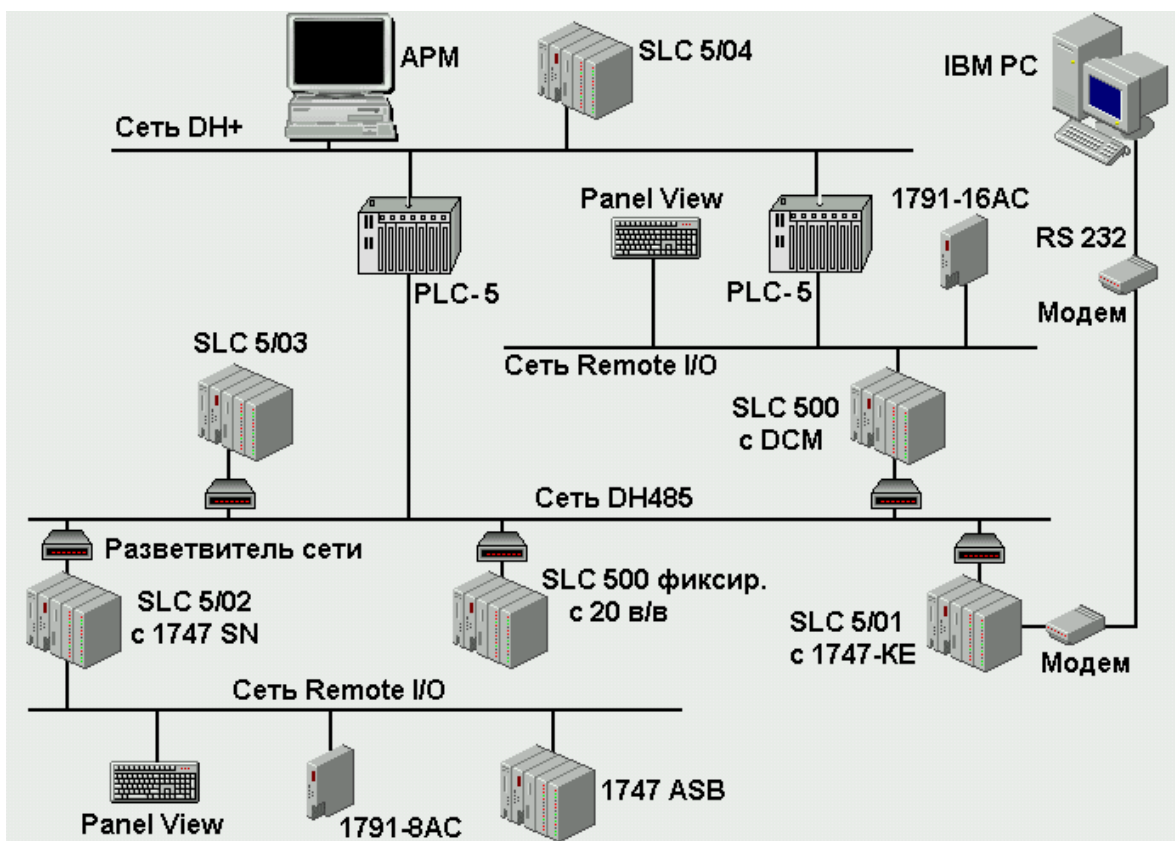


Рис. 2.1.6. Система управления на базе сетей и контроллеров Allen-Bradley.

Сеть ControlNet (процессоры PLC-5/20C, 5/40C, 5/60C, 5/80C) – быстродействующая сеть, используемая для передачи критической по времени информации. Сеть **ControlNet** обеспечивает управление в реальном

масштабе времени и передачу сообщений для одноранговой связи. Она объединяет возможности сетей Remote I/O и DH+. С сетью может быть связан целый ряд устройств, включая персональные компьютеры, программируемые контроллеры, интерфейсы оператора и другие устройства, поддерживающие ControlNet.

Процессоры PLC-5/20C, 5/40C, 5/60C, 5/80C управляют удаленным и распределенным вводом/выводом посредством адаптера 1771-ACN (рис. 2.1.7).

Сеть ControlNet - это:

- быстросействующая передача входов/выходов;
- возможность сосуществования управления и передачи информации на одном и том же физическом носителе;
- независимость пересылки информации от межпроцессорных сообщений по сети и от обмена информацией терминала программирования.

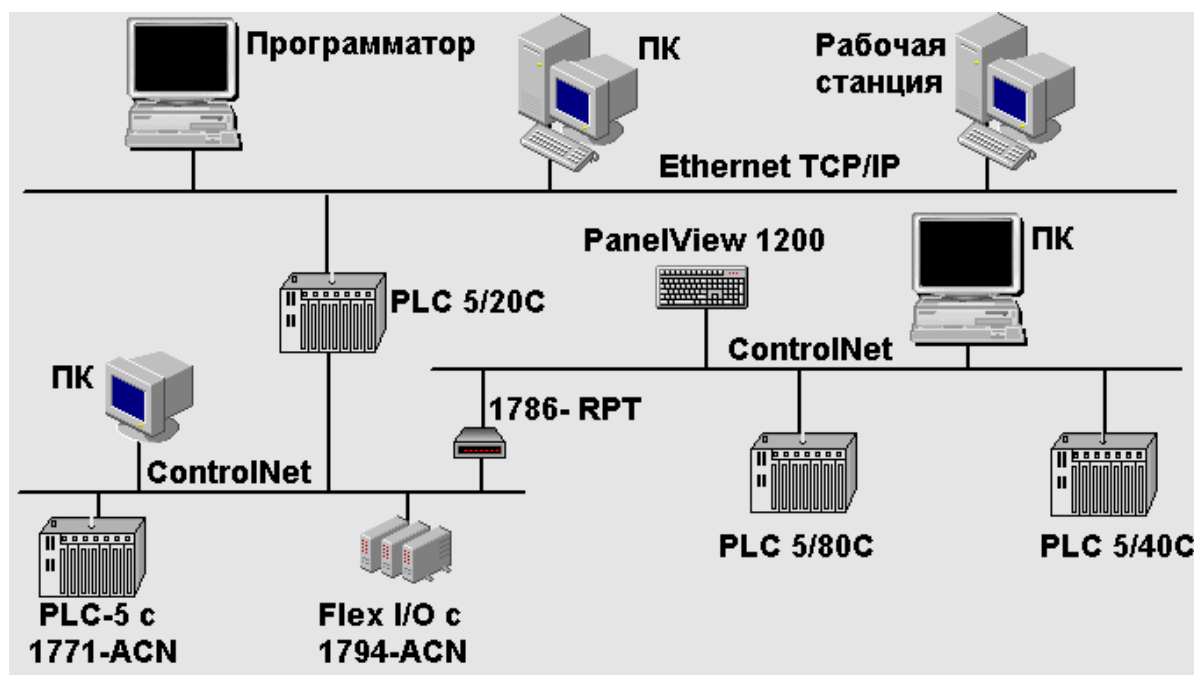


Рис. 2.1.7. Контроллеры PLC в сети ControlNet.

2.1.5. Контроллеры ControlLogix.

Платформа **ControlLogix** представляет собой набор модулей, объединяемых с помощью шасси ввода/вывода. Блок питания контроллера крепится с левой стороны шасси.



Выпускаются шасси ввода/вывода нескольких размеров: на 4, 7, 10, 13 и 17 слотов. Шасси снабжено высокоскоростной шиной для взаимодействия модулей между собой. Любой модуль может быть вставлен в любой слот шасси.

Процессоры **ControlLogix** снабжены модульной памятью пользователя (от 64 Кб до 7.5 Мб) и могут поддерживать большое количество вводов/выводов (4000 аналоговых и 128 000 дискретных).

Для процессора Logix5555 заменяемые submodule памяти имеют емкость 750 Кб, 1.5 Мб, 3.5 Мб и 7.5 Мб.

Многозадачная операционная система поддерживает 32 задачи. Приоритет решения задач определяется программным кодом.

Контроллеры способны управлять как локальными, так и удаленными вводами/выводами. Один процессор может поддерживать до 250 удаленных шасси. На одном шасси может быть размещено несколько модулей процессора. Эти процессоры могут обмениваться информацией между собой через шасси. Кроме того, все эти процессоры, а также процессоры, размещенные на других шасси (сетевое применение) могут читать данные с любого модуля ввода системы и управлять любым модулем вывода.

Контроллер имеет следующие характеристики по быстродействию:

- время сканирования 1 К инструкций (логика) – 0.08 мс;
- время сканирования 1 ввода/вывода через шасси – 0.5 мс;
- полное время сканирования с учетом сетевого обмена – 2 мс.

В семействе 1756 имеются модули ввода/вывода различной плотности (до 32 каналов на модуль). Каждый модуль снабжен съемным терминальным блоком, который позволяет производить замену модуля без отсоединения проводов.

Модули ввода/вывода семейства 1756 могут быть использованы в локальных шасси платформы ControlLogix с процессором Logix5550, а также в шасси платформы ControlLogix, находящихся в сети ControlNet.

Преимущества:

- каждый модуль может быть вставлен в любой слот шасси 1756;
- не надо отсоединять провода при замене модулей (съемный терминальный блок);
- модули можно заменять, не отключая питание;
- имеются модули с изолированными вводами и выводами;
- информация о неисправности модуля передается процессору;
- аналоговые модули конфигурируются с помощью программы;

- аналоговые модули с самодиагностикой и четырьмя уровнями алармов (2 верхних и 2 нижних).

Коммуникационные возможности.

Платформа ControlLogix располагает набором интерфейсных модулей:

- 1756- ENET/ENBT – 1 порт, 10 Мбит/с (ENET) или 10/100 Мбит/с (ENBT);
- 1756 – CNB/CNBR – 1 порт, 5 Мбит/с;
- 1756 – DNB – 1 порт: 125, 250, 500 Кбит/с (по выбору);
- 1756 – DHRIO – 2 порта (DH+ или Remote I/O), для DH+ - 57.6 Кбит/с, для Remote I/O – 57.6, 115, 230 Кбит/с.

Можно вставить несколько интерфейсных модулей в одно шасси, обеспечив сбор данных и управление устройствами, расположенными в сетях ControlNet, Ethernet/IP, Data Highway Plus (DH+) и DeviceNet.

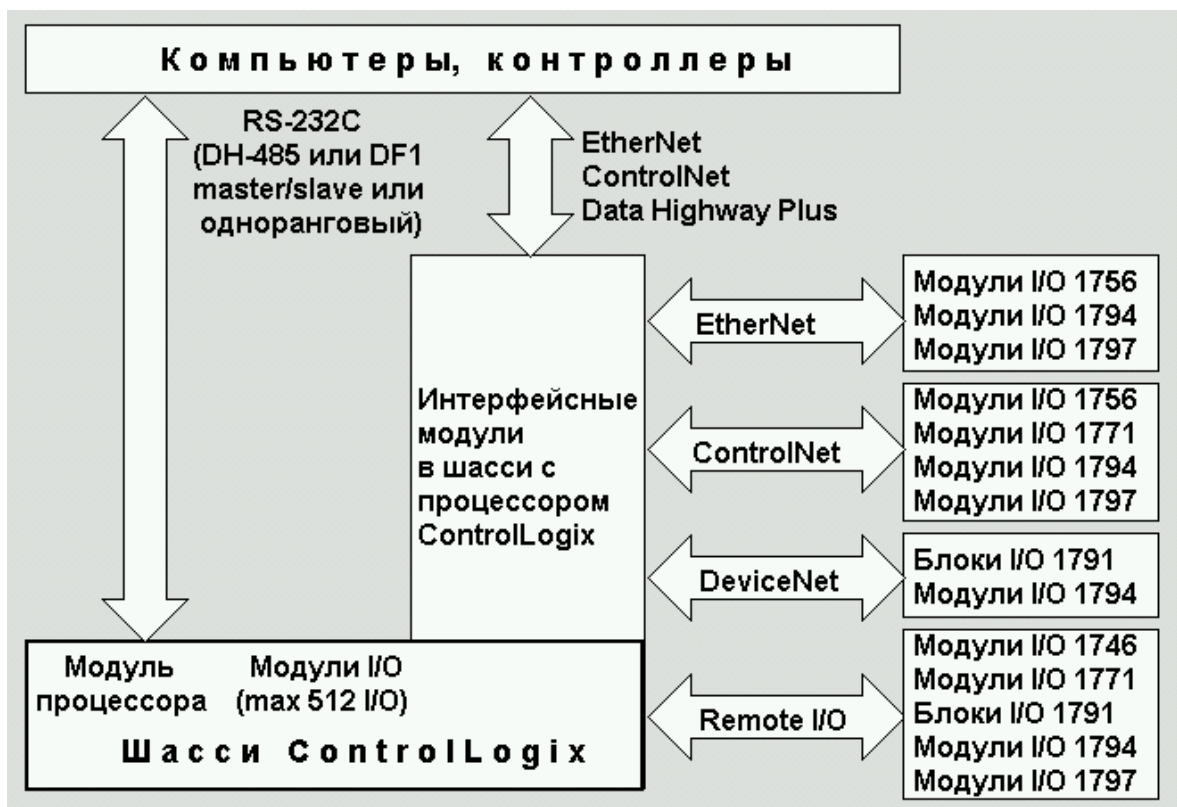


Рис. 2.1.8. Сети и ввод/вывод контроллера ControlLogix.

С помощью интерфейсных модулей контроллеры ControlLogix обеспечивают мониторинг и управление модулями ввода/вывода разных серий, являющихся узлами различных сетей:

- модуль 1756 - ENET/ENBT поддерживает в сети Ethernet модули ввода/вывода серий 1756, 1794 и 1797;
- модуль 1756 - CNB/CNBR поддерживает в сети ControlNet модули ввода/вывода серий 1756, 1771, 1794 и 1797;

- модуль 1756 - DNB поддерживает в сети DeviceNet модули ввода/вывода серий 1791 и 1794;
- модуль 1756 - DHRIO поддерживает в сети Remote I/O модули ввода/вывода серий 1746, 1771, 1791 и 1794.

2.1.6. Программное обеспечение.

Для программирования логических контроллеров Allen-Bradley компанией разработаны специальные пакеты. Пакет RSLogix 500 (Rockwell Software Logix) предназначен для программирования контроллеров Micrologix и SLC, пакет RS Logix 5 - для программирования контроллеров семейства PLC-5, пакет RSLogix 5000 - для программирования контроллеров ControlLogix. В пакетах применяются языки релейной логики, расширенные средства автоматического регулирования и простых вычислений. Кроме того, для программирования контроллеров предлагаются специальные программаторы.

Для программирования контроллера Micrologix 1000 разработан ручной программатор ННР (Hand - Held Programmer), который позволяет:

- контролировать работу контроллера и вести список неисправностей;
- создавать, вводить и изменять прикладные программы;
- сохранять прикладные программы;
- перемещать программы между контроллерами.

Программное обеспечение RSLogix 500 – 32-разрядный Windows программный пакет лестничной логики для процессоров семейств SLC 500 и MicroLogix. RSLogix 500 совместим с программами, созданными любыми пакетами программирования Rockwell Software, базирующимися на DOS.

RSLogix 500 предоставляет пользователю:

- редактор лестничной логики;
- мощный верификатор проекта;
- редактирование перетаскиванием;
- поиск и замена (для быстрой замены адресов и символов);
- монитор данных пользователя для просмотра отдельных элементов данных вместе;
- интерфейс point-and-click для вызова дерева проектов с целью обращения к любым папкам и файлам проекта.

Алгоритм работы в пакете выглядит следующим образом:

1. Конфигурирование системы связи.
2. Создание нового проекта или открытие существующего проекта.
3. Создание программ и файлов таблиц данных.

4. Определение шасси и модулей.
5. Ввод логической программы.
6. Проверка логики программы.
7. Конфигурирование каналов связи, загрузка и переход в интерактивный режим.
8. Мониторинг файлов данных.

Пакет RSLogix 5000 предназначен для программирования процессоров платформы ControlLogix и конфигурирования модулей ввода/вывода и интерфейсных модулей.

Требования к компьютеру:

- Pentium 150 МГц;
- оперативная память не менее 64 Мб (желательно 128 Мб);
- не менее 50 Мб свободного дискового пространства;
- монитор с разрешением 800 x 600;
- операционная система Windows 2000 Professional или Windows NT Workstation 4.0;
- установленное программное обеспечение RSLinx.

Языки программирования: релейная логика и функциональные блочные диаграммы.

Для проектирования **SCADA - систем** и оперативного управления технологическим процессом предлагается пакет программ **RS View 32**, работающий под Windows 95 и Windows NT. Пакет имеет средства отображения графики, позволяющие создавать простые и сложные графические объекты, обеспечивает создание базы данных, регистрацию информации, сигнализацию предельных значений технологических параметров, многократное использование графики путем копирования и перетаскивания.

Пакет реализует все основные функции **SCADA - систем**, и, кроме того, снабжен набором расширяющих продуктов, в том числе таких как настройки ПИД-регулятора, управление серийным производством и т. п.

На рис. 2.1.9 приведена АСУТП нефтедобычи на базе контроллеров Allen-Bradley. Объектами автоматизации в данной системе являются механизированные кусты скважин, включающие в себя нефтяные скважины, оборудованные насосами ЭЦН и ШГН, водо-нагнетательные скважины и групповые замерные установки (ГЗУ) "Спутник".

АСУ ТП представляет собой двухуровневую систему.

На **нижнем уровне** устанавливаются станции управления кустами

скважин (контроллеры SLC 5/03). Каждая станция обеспечивает контроль и управление механизированными скважинами (до 12), водонагнетательными скважинами (до 8) и ГЗУ "Спутник" на 8, 10 или 14 отводов.

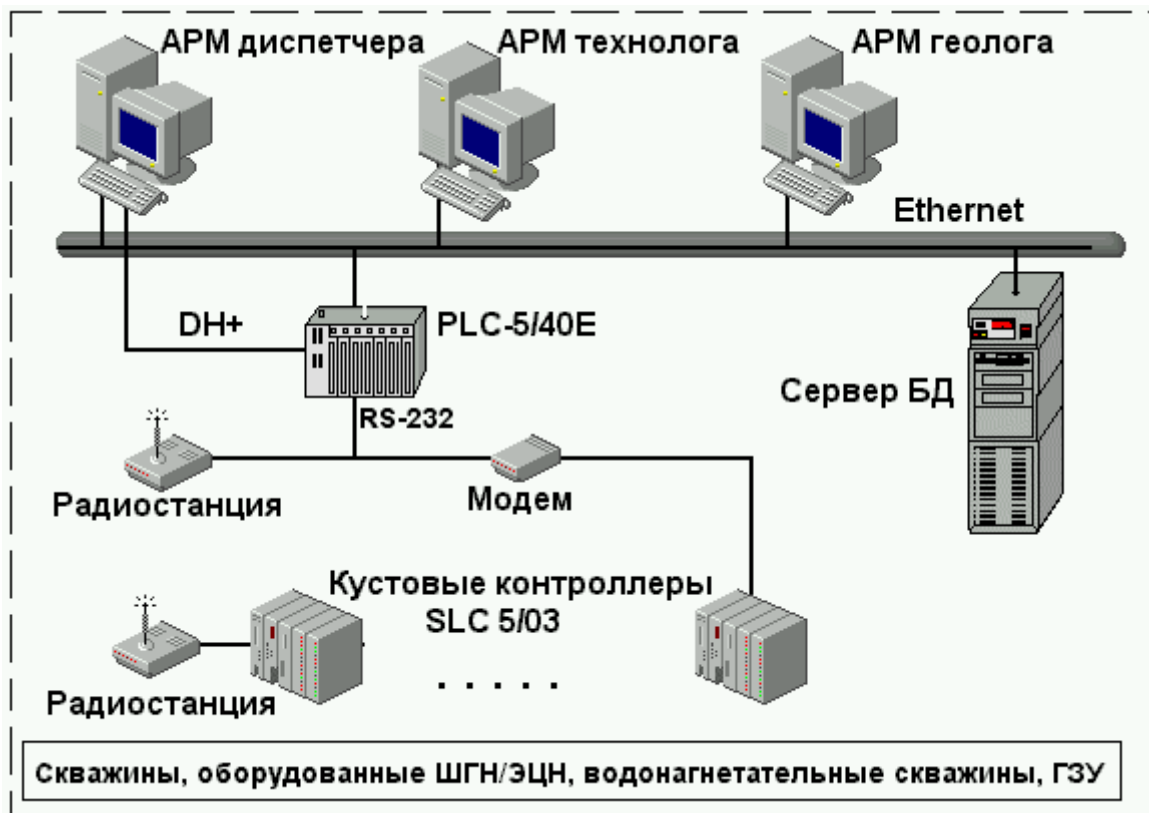


Рис. 2.1.9. АСУТП нефтедобычи на базе контроллеров Allen-Bradley.

Верхний уровень включает резервированный концентратор на базе контроллера PLC-5/40E, АРМы диспетчера и специалистов на базе IBM PC Pentium и сервер промышленной базы данных.

Концентратор и АРМы связаны между собой локальной сетью Ethernet и DH+. Концентратор, с одной стороны, выполняет функции коммуникационного контроллера, с другой - функции сервера технологических данных, доступных по протоколу TCP/IP с любого рабочего места сети Ethernet. Кустовые контроллеры взаимодействуют с концентратором и по выделенной телефонной линии, и по радиоканалу.

В состав диспетчерского пункта этого уровня входят три автоматизированных рабочих места: АРМ диспетчера, АРМ технолога, АРМ геолога. Возможно резервирование АРМ диспетчера. Программное обеспечение АРМ - MMI RSVIEW32.

Системные функции кустовых контроллеров:

- регистрация событий с точной синхронизацией по времени;
- самодиагностика работы системного и прикладного программного

- обеспечения и состояния самого контроллера;
- хранение последних N замеров дебита по жидкости и газу по каждой скважине;
- в случае пропадания связи с верхним уровнем передача последних N замеров на верхний уровень после восстановления связи;
- возможность программирования контроллеров с верхнего уровня.

Контролируемые параметры:

- давление на устье скважины;
- ток электродвигателя насоса;
- динамометрирование (для ШГН);
- давление в нефтяном коллекторе;
- дебит по жидкости (каждой скважины);
- дебит по газу;
- код ПСМ;
- состояние насосов (ЭЦН и ШГН).

Функции управления.

- управление переключением гидропривода ГЗУ;
- управление режимами ГЗУ (автоматическое, дистанционное);
- включение/выключение насосов;
- управление периодическим режимом работы насосов.

Функции сигнализации и защиты:

- технологическая и аварийная сигнализация отклонений давления (верхнего/нижнего) в нефтяном коллекторе;
- сигнализация состояния насоса (включен/выключен);
- сигнализация положения переключателя скважин;
- сигнализация аварийного останова насосов ЭЦН/ШГН;
- отключение насосов ЭЦН/ШГН по заниженному или завышенному давлению в нефтяном коллекторе.

Функции операторского интерфейса:

- визуализация параметров технологического процесса и оборудования через мнемосхемы и таблицы;
- регистрация технологических данных;
- представление текущих и накопленных (архивных) данных в виде графиков (тренды);
- ведение базы данных по замерам дебитов нефтяных скважин;
- ведение предыстории сигнализации и событий кустового оборудования;

- считывание из контроллеров по запросу оператора и визуализация последних N замеров ГЗУ по каждой из нефтяных скважин;
- дистанционное управление технологическими объектами;
- передача информации на уровень ЦИТС в информационную систему производства (ИСП);
- доступ к технологической информации с рабочих мест удаленной сети;
- формирование отчетных форм по замерам дебитов нефтяных скважин, предыстории сигнализации и событий.

2.2. Контроллеры Bristol Babcock Incorporation.

Компания Bristol Babcock - известная американская компания по разработке и производству контроллеров для систем телемеханики.

В качестве контроллеров нижнего уровня при небольшом числе параметров компания предлагает технологические контроллеры RTU3305 и RTU3310, а при большом числе параметров - DPC 3330 (Distributed Programmable Controller).

2.2.1. Контроллер RTU 3305 (TelePak) представляет собой интеллектуальное удаленное устройство, предназначенное для выполнения точных расчетов, реализации алгоритмов управления, хранения событий и ретроспективных данных, а также обмена данными по сети в режиме реального времени. Применяется для решения задач с малым количеством сигналов ввода/вывода.

Область применения - скважины, резервуары, насосные станции, узлы замера и т. д.

Характеристика процессора:

- Процессор - 186 XL;
- Тактовая частота - 12 МГц;
- Системная Flash-память - 512 Кб;
- ОЗУ с батареей - 512 Кб;
- Flash-память для программ ACCOL - 128;
- Часы РВ - точность 1 сек/день;
- 6 светодиодов для диагностики с возможностью отключения;
- Светодиод самоконтроля.

Контроллер поддерживает локальную базу данных, журнал аварийных сообщений/событий. Имеет три асинхронных последовательных порта.

Конфигурирование контроллера производится с помощью стандартного IBM PC.

Каналы ввода/вывода: 8 DI, 2 DO, 4 AI, 2 AO, 6 дискретных сигналов, устанавливаемых как вход или выход, 1 высокоскоростной счетный вход.

Четыре аналоговых входа обеспечивают прием сигналов уровней 1-5В, 4-20мА с разрешением 12 бит. Два токовых аналоговых выхода уровня 4-20 мА имеют разрешение 12 бит.

Контроллер имеет три асинхронных последовательных порта:

- сетевой порт RS-232/RS-485;
- локальный порт RS-232;
- дополнительный порт RS-232.

Возможности дополнительного порта: адаптер RS-485, модем для выделенных линий или радиоканалов (1200 бод), модем коммутируемых линий (9600 бод), интерфейс с интеллектуальными датчиками, внешний оптоволоконный модем, скорость - 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 бод.

Протоколы связи:

- BSAP - стандартный протокол Bristol Babcock, глобальная адресация
 - до 32767 узлов, последовательный опрос;
- MODBUS - стандартный протокол Modicon Modbus, конфигурация
 - Master и Slave.
- ASCII - используется для связи с периферийными устройствами типа компьютер, принтер, графический терминал и т. д.

На лицевой панели расположен дисплей на жидких кристаллах с клавиатурой и светодиоды диагностики работы контроллера.

Условия эксплуатации:

- температура - от - 40 до +70⁰С;
- влажность - 5 - 95 % без конденсации.

Размеры контроллера в защитном кожухе: 12 x 12 x 4,5 дюйма.

Способ монтажа: на DIN-рейке или на щите (в шкафу).

2.2.2. Контроллер RTU 3310 – интеллектуальный контроллер, нашедший применение в автоматизации скважин, насосного оборудования, газораспределительных станций, измерении расхода газа, в качестве удаленного терминала и т. д.

Характеристика процессоров

Процессор	16-разрядный 186 XL	32-разрядный 386 EX
Тактовая частота	12/20 МГц	24 МГц
ПЗУ	512 Кб	-

ОЗУ	128/384 Кб	512 Кб
Flash- память	-	512 Кб
Дополнительное ПЗУ для программ ACCOL	64 байта	-

Оба процессора снабжены часами реального времени, батареей для питания ОЗУ в течение 4000 часов. Имеется также 6 светодиодов для диагностики, светодиод загрузки процессора, светодиод самоконтроля, таймер и реле самоконтроля, переключатель для установки адреса в сети.



Модули ввода/вывода.

Контроллер RTU 3310 обеспечивает возможность подключения к широкому кругу измерительных систем.

Выбор типа и диапазона входных сигналов осуществляется с помощью переключателей.

Модуль аналоговых входов имеет 6 разновидностей на 4 или 8 входов с диапазонами входных сигналов $1 \div 5\text{В}$; $0 \div 10\text{В}$; $4 \div 20 \text{ мА}$ с разрешением 12 бит.

Модуль аналоговых выходов имеет 3 разновидности на 2 или 4 выхода с диапазонами выходных сигналов $1 \div 5\text{В}$; $0 \div 10\text{В}$; $4 \div 20 \text{ мА}$.

Модуль низкоуровневых входов рассчитан на 4 входных сигнала. Каждый вход может быть настроен на ввод сигналов в любом из возможных диапазонов. В их числе семь диапазонов измерения температуры с помощью термодатчиков различных типов (от $-270 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+1800 \text{ }^{\circ}\text{C}$), а также измерение температуры с помощью платинового термометра сопротивления в диапазоне от $-200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+850 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Модуль высокоскоростных аналоговых входов имеет 4 входа с диапазоном сигнала $1 \div 5\text{В}$ или $4 \div 20 \text{ мА}$.

Модуль дискретных входов имеет 6 разновидностей на 8 или 16 входов типа “сухой контакт”. Входные сигналы 5, 12, 24 или 120 VDC/VAC.

Модуль дискретных выходов имеет 3 разновидности: на 4 релейных выхода 50В или 120В и на 8 выходов с открытым коллектором.

Модуль высокоскоростных счетных входов имеет три разновидности на 4 входа (5, 12 или 24 VDC).

Коммуникационные возможности.

Средства для обеспечения связи встроены в технологические контроллеры. Имеется четыре последовательных порта в базовой конфигурации: порт А (RS-232); порт В (RS-485) - модем, интерфейс с

датчиками TIB, интерфейс с радио RDI; порт С (RS-232); порт D (RS-485).

Протяженность физической линии связи (кабель, оптоволокно) определяется скоростью передачи информации:

- при скорости 9600 бод - 600 м (RS-485);
- при скорости 187,5 Кбод - 300 м (RS-485), 1500 м (оптоволокно).

Скорость асинхронной связи через порты А и С фиксирована и равна 9600 бод.

Скорость асинхронной связи через порты В и D устанавливается переключателями (1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 бод).

Скорость синхронной связи равна 187,5 кбод (многоточечная для RS-485 и двухточечная на оптоволокне).

Протоколы:

- BSAP - стандартный протокол Bristol Babcock, используется для объединения в сеть устройств Bristol Babcock, включая RTU 3310, DPC 3330, DPC 3335, RIO 3331, интеллектуальных датчиков (рис.2.2.1);
- ASCII - используется для связи с периферийными устройствами типа компьютер, принтер, графический терминал и т. д.

Многоточечное подключение допускает до 32 устройств (узлов).

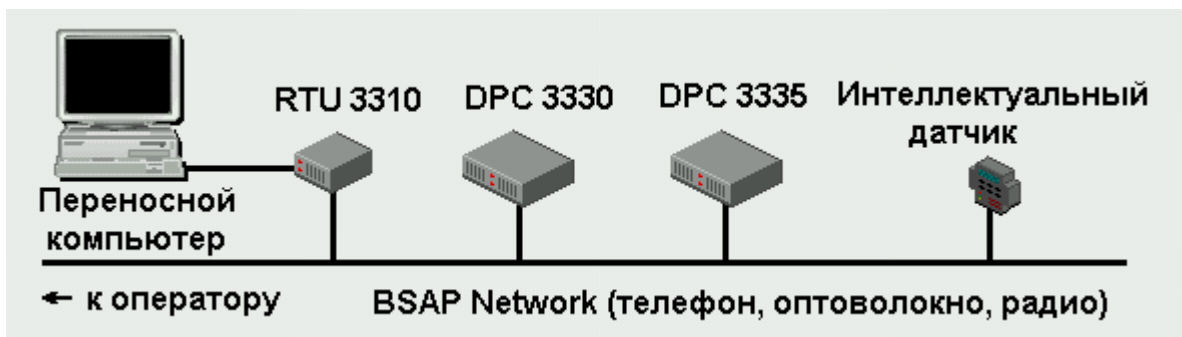


Рис. 2.2.1. Взаимодействие контроллеров Bristol Babcock по протоколу BSAP.

Порт А предназначен для подключения переносного компьютера (работа с программой контроллера, написанной на языке ACCOL - см. рис. 2.1). Порт В обеспечивает сетевую коммуникацию. Порты С и D используются для организации дополнительных сетевых связей.

К порту В можно подключить модем следующих типов:

- модем для выделенных каналов (телефонных или радиоканалов);
- модем для коммутируемых каналов с автонабором и автоответом;
- модем для оптических линий связи.

Модуль интерфейса с интеллектуальными датчиками **Honeywell (HWSTI)** обеспечивает 8 независимых каналов связи (8 датчиков).

Вставляется в любой слот ввода/вывода. Клеммник устанавливается на рейке DIN и соединяется с модулем **HWSTI** гибким шлейфом.

Условия эксплуатации:

- температура - от - 40 до +70⁰С;
- влажность - 5 - 95 % без конденсации.

Размеры контроллера в защитном кожухе: 257 x 414 x 171 мм.

Способ монтажа: на DIN-рейке или на щите (в шкафу).

2.2.3. Контроллер DPC 3330/3335 - интеллектуальный контроллер для управления распределенными технологическими процессами. Применяется там, где возможностей программируемых логических контроллеров (PLC) и удаленных терминальных устройств (RTU) недостаточно, а использование распределенной системы управления (DCS) слишком дорого. Контроллер подходит для применения в производствах с непрерывным циклом.

При использовании на верхнем уровне контроллер **DPC 3330/3335** решает такие задачи, как:

- сбор данных с контроллеров нижнего уровня;
- автоматическое регулирование (до 12 контуров), включая каскадное регулирование, регулирование соотношения и т. п.;
- логическое управление (до 80 дискретных входов/выходов), включая пуск и остановку двигателей, управление последовательностью включения насосов, блокировки, аварийные переключения и т. п.;
- вычисление косвенных показателей: расхода, КПД и т. п.

Для применений с большим числом входных и выходных сигналов **DPC 3330/3335** может поддерживать десять удаленных расширителей ввода/вывода RIO 3331 с общим количеством модулей ввода/вывода до 50. Каждый расширитель RIO 3331 может содержать до 10 модулей ввода/вывода. RIO 3331 подключается к контроллеру через порт RS-485, при этом не требуется дополнительного программного обеспечения.

DPC 3330/3335 может оснащаться периферийными устройствами, включая встроенные дисплей и клавиатуру, внешние дисплей и клавиатуру, переносной компьютер, дисплей оператора, принтер.

Контроллер **DPC 3330/3335** имеет широкий набор модулей ввода/вывода, включая полный набор модулей для ввода/вывода стандартных сигналов, и может быть подключен к большинству измерительных систем.

Контроллер может работать автономно, либо взаимодействовать с другими контроллерами в сети **Network 3000**, с распространенными контроллерами и интеллектуальными датчиками других производителей.

Характеристика контроллера:

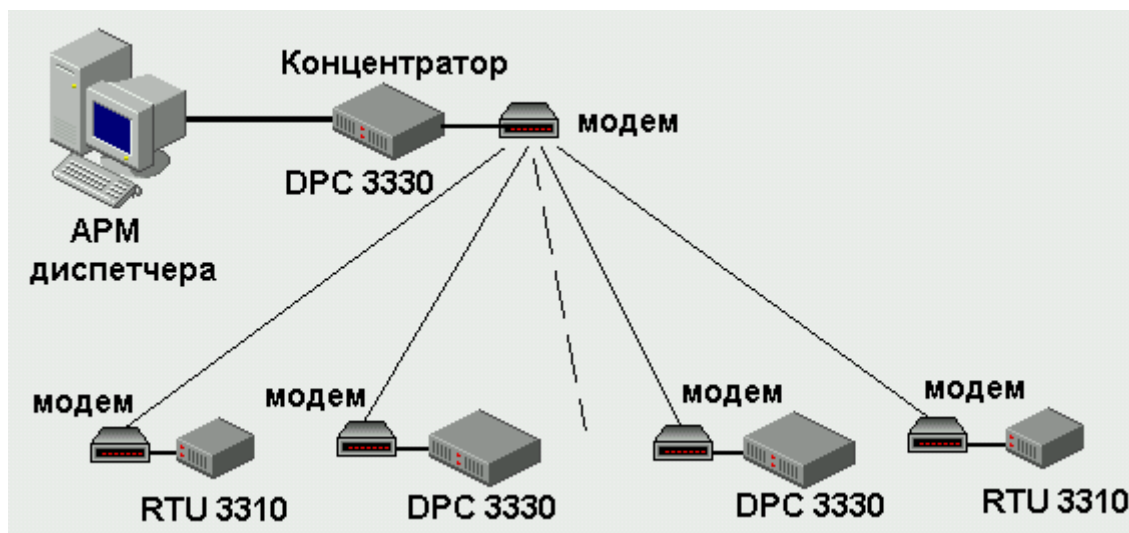
- Процессор – 186 XL, 12/20 МГц, ПЗУ 512 Кб, ОЗУ 128/384 Кб, дополнительное ПЗУ 64 байта для программ; 386 EX, 24 МГц, ОЗУ 512 Кб, Flash 512 Кб.
- Дополнительный математический сопроцессор.
- Батарея резервного питания ОЗУ.
- До четырех последовательных портов RS-423/RS-485.
- Встроенный модем (выделенные, коммутируемые линии или оптоволоконный кабель).
- Два конструктивных исполнения для подсоединения 6 или 12 модулей ввода/вывода: DI (8, 16), DO (8, 16), AI (4, 8), AO (2, 4), счетные входы (4HSC), низкоуровневые аналоговые входы (4LL), высокоскоростные аналоговые входы (4HSAI).
- Модуль интерфейса с интеллектуальными датчиками **Honeywell**.
- Модуль интерфейса с датчиками **Bristol Babcock**.
- Модуль интерфейса с радиосистемой.
- Дополнительные модули.
- Расширитель ввода/вывода RIO 3331.
- Рабочая температура от – 40 до +70⁰С.

Коммуникационные возможности.

Контроллер имеет два последовательных порта в базовой конфигурации, четыре – дополнительных. Возможен выбор интерфейса RS-423/RS-485 для каждого порта. ВП 1 и 2 - встроенный порт RS-562/RS-485. При работе через порт RS-485 допускается подключение до 32 узлов. При работе через порты RS-423 и RS-562 реализуется двухточечная связь (рис. 2.2.2).

Асинхронная связь реализуется через все порты с выбором скорости (1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 бод), ВП 1 и 2 – до 19200.

Контроллер поддерживает высокоскоростную синхронную связь (до 4 портов). Скорость синхронной связи – 187.5 Кбод и 1 Мбод (многоточечная связь для RS-485 и коаксиального кабеля, двухточечная – для оптического



кабеля). Расстояние между узлами – до 2500м.

Рис. 2.2.2. Связь пункта управления с удаленными контроллерами по телефонному каналу.

2.2.4. Программное обеспечение.

Контроллеры программируются на языке ACCOL II (Advanced Communication and Control Oriented Language), высокоуровневом модульном технологическом языке программирования Bristol Babcock.

Готовые программные модули могут выполнять следующие функции:

- управление вводом/выводом;
- ПИД - регулирование;
- сравнение;
- интегрирование;
- вычисление;
- поддержка протоколов связи.

Особенности языка:

- 90 модулей высокого уровня (алгоритмов);
- 23 математические функции;
- 12 операторов языка программирования;
- многозадачность (127 задач на каждый RTU 3310);
- интервалы выполнения задач: от 0.02 до 5400 секунд или непрерывно;
- 9999 модулей ACCOL в каждой задаче;
- аналоговый, логический и строковый тип переменных;
- хранение аварийных/предупредительных сообщений (до 4096 сообщений в ОЗУ, 16 байт на каждое сообщение);
- база данных (4 байта для хранения переменной, до 32 Кбайт для хранения массива).

Схема управления процессом создается из стандартных модулей с помощью специальной программы с последующей загрузкой созданной схемы в оперативную память контроллера.

Интерфейс диспетчера/оператора реализуется в SCADA-пакете **RTAP/Plus** компании Hewlett Packard.

RTAP/Plus функционирует на персональных компьютерах с операционной системой Windows NT и полностью соответствует стандартам открытых систем.

Программное обеспечение RTAP/Plus осуществляет все основные функции управления в реальном времени:

- сбор данных о состоянии процесса;

- ведение базы данных реального времени с необходимыми расчетами;
- реализация интерфейса оператора и выдача команд;
- реализация различных алгоритмов управления;
- выдача сигналов на ПЛК;
- выявление отклонений параметров за уставки;
- ведение ретроспективы;
- подготовка отчетов.

RTAR/Plus состоит из трех основных модулей:

- ядро - набор базовых модулей;
- надстройка над ядром;
- средства разработки приложений.

Для RTAR/Plus разработаны различные протоколы связи с различными ПЛК, в числе которых и ПЛК компании Bristol Babcock.

Имеются и протоколы связи ПЛК компании Bristol Babcock с такими известными SCADA- системами, как FIX (Intellution), InTouch (Wonderware).

На рис. 2.2.3 приведена структурная схема системы автоматизации газораспределительной станции (ГРС). Автоматизация ГРС произведена в рамках разрабатываемой АСУТП ЛПУМГ г. Очер Пермской области.

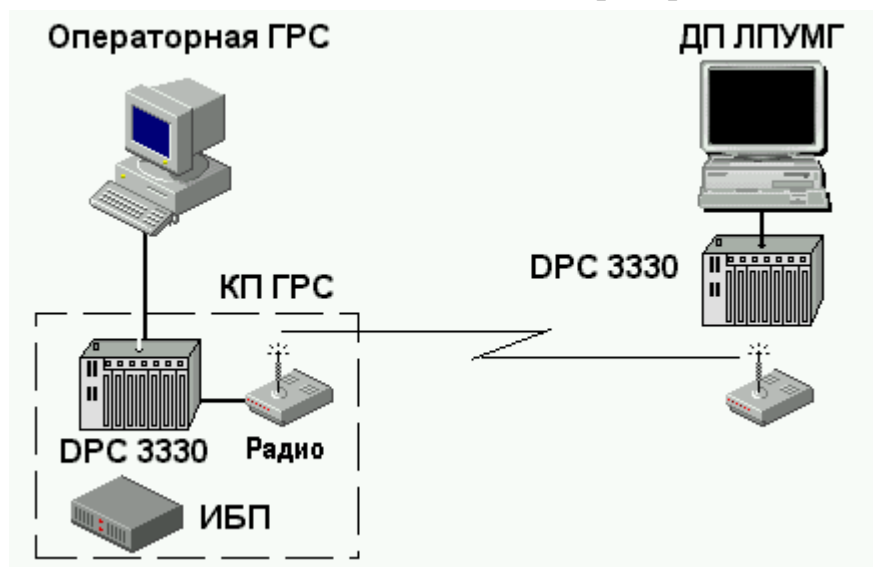


Рис. 2.2.3. Система автоматизации ГРС.

На ГРС установлен контролируемый пункт (КП), выполненный на базе комплекса технических средств СТН-3000 (Система Телемеханики Нетворк-3000). СТН-3000 предназначена для построения систем управления территориально распределенными технологическими объектами. В ее состав входит полный набор технических средств, часть их которых разработана фирмой Bristol Babcock:

- датчики давления, перепада давления, уровня жидкости и температуры;

- вычислители расхода газа;
- многофункциональные контроллеры;
- встроенные средства связи по телефонному кабелю, оптоволоконному кабелю и радиоканалу.

КП ГРС обеспечивает следующий объем автоматизации (конкретный состав параметров определяется проектом):

Телеизмерение

- давления газа на входе ГРС;
- температура газа на входе ГРС;
- уровень защитного потенциала трубы на входе ГРС;
- температура газа после подогревателя;
- давления газа на выходе ГРС;
- температура газа на выходе ГРС;
- температура воздуха в помещении редуцирования.

Телесигнализация

- положение телеуправляемых кранов;
- давление на входе ГРС выше нормы;
- давление на выходе ГРС выше/ниже нормы;
- авария подогревателя;
- проникновение на территорию ГРС и/или в помещение ГРС.
- Телеуправление
 - управление телеуправляемыми кранами;
 - управление краном подачи одоранта.
- Телерегулирование
 - регулирование тока КЗ.

КП ГРС обеспечивает также сбор информации с вычислителей расхода газа (TeleFlow, SuperFlow, Гиперфлоу и др.) и ее передачу на пункт управления.

На ГРС установлен локальный АРМ оператора, оборудованный ПК с программным обеспечением InTouch. Контроль режимов работы ГРС и телеуправление кранами осуществляется как с локального АРМ оператора, так и из ДП ЛПУМГ.

2.3. Контроллеры компании Control Microsystems.

Канадская компания Control Microsystems специализируется на разработке и производстве контроллеров для дистанционного контроля и управления. Основная номенклатура изделий компании - модульные

контроллеры семейств **TeleSAFE Micro16** и **SCADAPack**. Кроме того, компания выпускает коммуникационный контроллер **SmartWIRE**, разнообразные модули ввода/вывода серии 5000 и модемы. Все эти аппаратные средства адаптированы для построения систем телемеханики и SCADA-систем.

Контроллеры **TeleSAFE Micro16**, **SCADAPack** и **SmartWIRE** используют один набор модулей ввода/вывода, что позволяет в любой момент наращивать функции, реализуемые системой сбора данных и управления. На базе коммуникационного контроллера **SmartWIRE** может быть создана система телепередачи данных без программирования.

2.3.1. Контроллер TeleSAFE Micro 16.

Контроллер TeleSAFE Micro 16 является программируемым логическим контроллером для больших и малых SCADA-систем. Он может работать как с небольшим количеством точек ввода/вывода, так и с сотнями точек. Контроллер состоит из базового блока (собственно контроллера/процессора TeleSAFE Micro 16) и модулей ввода/вывода серии 5000. Контроллер и модули ввода/вывода монтируются на стандартной рейке DIN-типа 7.5 x 35 мм и соединяются с помощью межмодульного кабеля, представляющего собой ленточный кабель из 16 проводов.



Характеристика процессора TeleSAFE Micro16

Процессор	16 - битовый КМОП микроконтроллер M37702
Тактовая частота	14.7 МГц
Память	От 128 Кб до 1 Мб КМОП ОЗУ От 64 Кб до 2Мб СППЗУ 1 Кб ЭСППЗУ
Энергонезависимая память	КМОП ОЗУ с литиевой батареей удерживает содержимое в течение 2 лет при отключенном питании
Часы/календарь	± 1 минута в месяц

Контроллер TeleSAFE Micro16 предназначен для:

- обеспечения местного управления и обработки данных;
- работы в качестве концентратора для удаленных систем на базе контроллеров TeleSAFE Micro16, SCADAPack или SmartWIRE;
- обеспечения работы по двум портам, связанным с компьютерами или SCADA-системами;

- работы в многоточечных системах телеметрии.

Контроллер TeleSAFE Micro16 имеет встроенный блок питания, три дискретных/счетных входа, вход прерывания, выход состояния, вход температуры окружающей среды, вход напряжения батарейки ОЗУ.

⇒ Блок питания имеет выходы 5В и 24В постоянного тока. Мощность источника питания достаточна для питания платы контроллера, верхнего и нижнего модулей ввода/вывода и ограниченного числа модулей ввода/вывода серии 500.

Контроллеры TeleSAFE Micro16 могут работать в режимах исполнения (RUN), сервиса (SERVICE) или холодного запуска (COLD BOOT). При старте в режиме исполнения автоматически выполняются программы лестничной логики (LL) и программы С, находящиеся в памяти контроллера. Старт в сервисном режиме (используется во время программирования и работах по наладке) останавливает программы с сохранением их в энергонезависимой памяти и позволяет произвести перепрограммирование и инициализацию контроллера. Старт в режиме холодного запуска (используется после установки новой версии фирменного программного обеспечения) производит инициализацию контроллера и удаляет все программы.

Контроллеры TeleSAFE Micro16 могут работать при чрезвычайно малой потребляемой мощности, находясь в режиме ожидания («спящий» режим).

Во время режима ожидания происходит следующее:

- все программы прекращают выполнение;
- питание 5В отключается от большинства цепей и шины ввода/вывода;
- питание 24В не отключается, и продолжают работать три счетчика контроллера, вход прерывания, часы и сигнализация.

Контроллер TeleSAFE Micro16 входит в режим ожидания под управлением прикладной программы и выходит из режима ожидания при следующих условиях:

- при перезапуске контроллера, возникающем при отключении и подаче питания к контроллеру;
- при появлении сигнала от часов реального времени, определенного прикладной программой;
- при подаче сигнала на вход прерывания;
- когда любой из счетчиков сбрасывается (это возникает через каждые 65 536 импульсов на каждом входе).

⇒ На плате контроллера TeleSAFE Micro16 имеется три цифровых входа.

Входы могут принимать сигналы переменного и постоянного тока, а также могут быть использованы, как высокоскоростные счетные входы постоянного тока.

⇒ Вход прерывания платы контроллера – это многофункциональный дискретный вход. Основное его назначение - выводить контроллер TeleSAFE Micro16 из "спящего" режима. Вход прерывания можно использовать как цифровой вход состояния или счетный вход. Максимальная частота, принимаемая счетчиком входа прерывания – 200 Гц.

⇒ Выход состояния сигнализирует внешнему устройству об аварийном состоянии контроллера:

- сброс питания;
- сбросе контроллера;
- при условиях, определенных прикладной программой.

На контроллере TeleSAFE Micro 16 имеется 18 светодиодов, которые управляются центральным процессором.

В дополнение ко встроенным входам/выходам контроллер TeleSAFE Micro16 поддерживает до 40 модулей ввода/вывода серии 5000. Максимальные возможности по вводу/выводу в любом сочетании:

- 128 аналоговых входа (8 модулей по 16 каналов);
- 64 аналоговых выхода (16 модулей по 4 канала);
- 256 дискретных входа (16 модулей по 16 каналов);
- 256 дискретных выхода (16 модулей по 16 каналов);
- 32 счетных входа (8 модулей по 4 канала).

Коммуникационные возможности.

Контроллеры TeleSAFE могут взаимодействовать с персональными компьютерами, мастер - терминалами SCADA и распределенными системами управления, использующими стандартный промышленный протокол Modbus. Этот протокол поддерживается огромным числом поставщиков оборудования, что позволяет объединять в одной сети контроллеры TeleSAFE с другими PLC и RTU различных производителей. TeleSAFE совместим с любым устройством, поддерживающим протокол Modbus. Также возможно использование других протоколов программируемых контроллеров, например, Allen-Bradley DFI.

Для взаимодействия с другими устройствами системы управления контроллер TeleSAFE Micro16 имеет два последовательных коммуникационных порта: модель 5203 – два порта RS-232, модель 5204 - один порт RS-232, второй - RS-485.

Последовательные порты поддерживают связь в режиме дуплекса и полудуплекса и обеспечивают скорость передачи данных от 300 до 38400 Бод.

Порт RS-485 передает и принимает дифференциальные сигналы напряжения других RS-485 устройств. Порт разрешает подключать до 32 устройств. Максимальная рекомендуемая длина кабеля 1200м с терминаторами на обоих концах. Порт RS-485 может работать в двух- и четырех-проводном режимах.

Порт RS-232 позволяет подключать контроллеры к модемам для работы по коммутируемым стандартным телефонным сетям (модем 5901), по выделенным телефонным линиям, кабельным линиям и по радиоканалу (модем 5902 BELL 202).

Небольшая литиевая батарея питает память и часы реального времени при отключении питания. Напряжение работающей батареи должно быть больше 3.0В. Прикладные программы могут контролировать его величину. Батарейка обычно не требует замены (срок службы 10 лет). Ее емкость рассчитана так, чтобы поддерживать два года часы реального времени и КМОП-память при отключении питания. Батарейка вставлена в печатную плату и при необходимости может быть заменена на идентичную.

Размеры контроллера TeleSAFE – 216 x 118 x 44 мм.

Условия эксплуатации:

- температура – от – 40 до + 70°С;
- влажность – 5% - 95% без конденсации.

2.3.2. Контроллеры SCADAPack.

Программируемые контроллеры SCADAPack поставляются в трех конфигурациях. Каждая из конфигураций состоит из платы контроллера, нижнего или/и верхнего модулей ввода/вывода:

- SCADAPack - плата контроллера и нижний модуль ввода/вывода.
- SCADAPack Light - плата контроллера и верхний модуль ввода/вывода.
- SCADAPack PLUS - плата контроллера, нижний и верхний модули ввода/вывода.

В контроллерах SCADAPack используются два типа плат: 5203 и 5204. Эти же платы применяются и в контроллерах TeleSAFE Micro16 (см. выше). Основное отличие контроллеров SCADAPack от TeleSAFE Micro16 - более широкие коммуникационные возможности благодаря наличию одного последовательного порта RS-232 на нижнем и верхнем модулях ввода/вывода.



Порты контроллеров SCADAPack и TeleSAFE Micro16

Контроллер	RS-232	RS-232/RS-485	Всего
TeleSAFE Micro16	1	1	2
SCADAPack Light	1 на плате + 1 на модуле	1 на плате 5203/5204	3
SCADAPack	1 на плате + 1 на модуле	1 на плате 5203/5204	3
SCADAPack Plus	1 на плате + 2 на модулях	1 на плате 5203/5204	4

Последовательные порты RS-232 на плате контроллера поддерживают полудуплексный и дуплексный режимы связи. Порты RS-232 и RS-485 платы контроллера могут работать в диапазоне скоростей передачи от 300 до 38 400 бод.

Последовательный порт RS-232 на нижней и верхней платах ввода/вывода поддерживает только полудуплексный режим и может работать в диапазоне скоростей передачи от 1200 до 115 200 бод.

Верхний модуль ввода/вывода (контроллеры SCADAPack Light и SCADAPack Plus) имеет, кроме последовательного порта RS-232, пять аналоговых входов и два дискретных выхода.

Нижний модуль ввода/вывода (контроллеры SCADAPack и SCADAPack Plus) имеет, кроме последовательного порта RS-232, восемь аналоговых входов, шестнадцать дискретных входов и двенадцать дискретных выходов. В модуле может быть установлено по заказу два аналоговых выхода.

Встроенные входы/выходы контроллеров

Контроллер / тип ввода/выхода	Дискретные входы	Дискретные выходы	Аналоговые входы	Аналоговые выходы
SCADAPack Light	3	2	5	0
SCADAPack	3+16	12	8	2
SCADAPack Plus	3+16	12+2	8+5	2

Кроме встроенных входов/выходов контроллеры используют модули ввода/вывода серии 5000. Все контроллеры семейства SCADAPack поддерживают до 40 модулей ввода/вывода этой серии (см. контроллер TeleSAFE Micro16).

Размеры контроллеров: SCADA Pack: 213 x 155 x 72 мм;
 SCADA Pack PLUS: 213 x 155 x 77 мм;
 SCADA Pack LIGHT: 213 x 117 x 51 мм.

Условия эксплуатации:

- температура – от – 40 до + 70°С;
- влажность – 5% - 95% без конденсации.

Монтаж контроллеров SCADA Pack производится на рейке 7.5 x 35 мм DIN-типа.

2.3.3. Контроллеры SmartWIRE.

Коммуникационный контроллер SmartWIRE - непрограммируемый контроллер, предназначенный для обеспечения связи по последовательному интерфейсу **RS-485** (модель 5201) и **RS-232** (модель 5202) в цифровых системах телемеханики для передачи аналоговых и цифровых сигналов от одного объекта к другому.



Коммуникационные контроллеры **SmartWIRE** используются:

- в качестве системы ввода/вывода для приложений SCADA и персональных компьютеров;
- в качестве удаленного ввода/вывода для контроллеров TeleSAFE;
- для телеизмерения и телеуправления в режиме высокоскоростной прозрачной (end-to-end) системе телемеханики с целью сокращения числа кабелей (с использованием двух контроллеров);
- для связи с существующим RS-485 оборудованием (модель 5201);
- для связи при помощи модемов и радиомодемов по коммутируемой/выделенной телефонной линии или радиоканалу на расстояние больше 1200 м (модель 5202).

К коммуникационным контроллерам может быть подсоединено до 40 модулей ввода/вывода серии 5000. Максимальные возможности контроллера SmartWIRE по вводу/выводу:

- 64 аналоговых входа (8 модулей по 8 каналов);
- 32 аналоговых выхода (16 модулей по 2 канала);
- 64 дискретных входа (8 модулей по 8 каналов);
- 64 дискретных выхода (8 модулей по 8 каналов).

Примечание: Контроллеры SmartWIRE не работают с 16-ти канальными модулями ввода/вывода и могут использовать только два выхода (из 4-х) модуля аналогового вывода 5302 (см. ниже).

Коммуникационные возможности.

Коммуникационные контроллеры SmartWIRE выполняют функции **Slave I/O** в SCADA-приложениях, в системах удаленного ввода/вывода контроллеров TeleSAFE, в прозрачной телемеханике. В режиме **Master** контроллеры SmartWIRE работают только в прозрачной телемеханике.

Сеть контроллеров SmartWIRE поддерживает 256 адресов станций. Восемь переключателей служат для установки адреса. Они маркированы: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 и 128. Ведомые станции используют адреса с 1 до 255. Ведущая (master) станция использует адрес 0.

SmartWIRE в режиме прозрачной телемеханики соединяет две подсистемы ввода/вывода. Ввод в одной подсистеме интерпретируется как вывод в другой подсистеме. Для этого требуется два коммуникационных контроллера SmartWIRE. Один контроллер работает как Master-станция, а второй работает в режиме Slave I/O.

Дискретные входы передаются на модули дискретных выходов с тем же адресом в другую подсистему. Аналоговые входы передаются на модули аналоговых выходов с теми же номерами каналов. Модули ввода аналоговых сигналов - 8-ми канальные, а модули вывода аналоговых сигналов - 2-х канальные. Поэтому необходимо несколько модулей вывода для отображения сигналов с одного модуля ввода аналоговых сигналов.

Для взаимодействия с другими устройствами системы управления контроллер SmartWIRE имеет один последовательный коммуникационный порт: модель 5201 – порт RS-485, модель 5202 - порт RS-232.

Порт RS-485 передает и принимает дифференциальные сигналы напряжения других RS-485 устройств. Порт разрешает подключать до 32 устройств. Максимальная рекомендуемая длина кабеля - 1200м с терминаторами на обоих концах. Терминаторы-резисторы необходимо устанавливать на первом и последнем устройстве RS-485. Остальные станции должны быть без терминаторов-резисторов. Порт RS-485 может работать в двух- и четырех-проводном режимах.

Порт RS-232 - это D-образный 9-штыревой разъем (DE-9P), конфигурируемый как терминальное оборудование (DTE). Например, при использовании контроллеров SmartWIRE в качестве подсистемы ввода/вывода для приложений SCADA и персональных компьютеров. Максимальная допустимая длина кабеля - 15.2 м. При подключении к порту RS-232 оборудования для передачи данных (DCE), например, модема, требуется иное конфигурирование порта. На рис. 2.3.1 показано взаимодействие контроллеров SmartWIRE через порты RS-485 и RS-232.

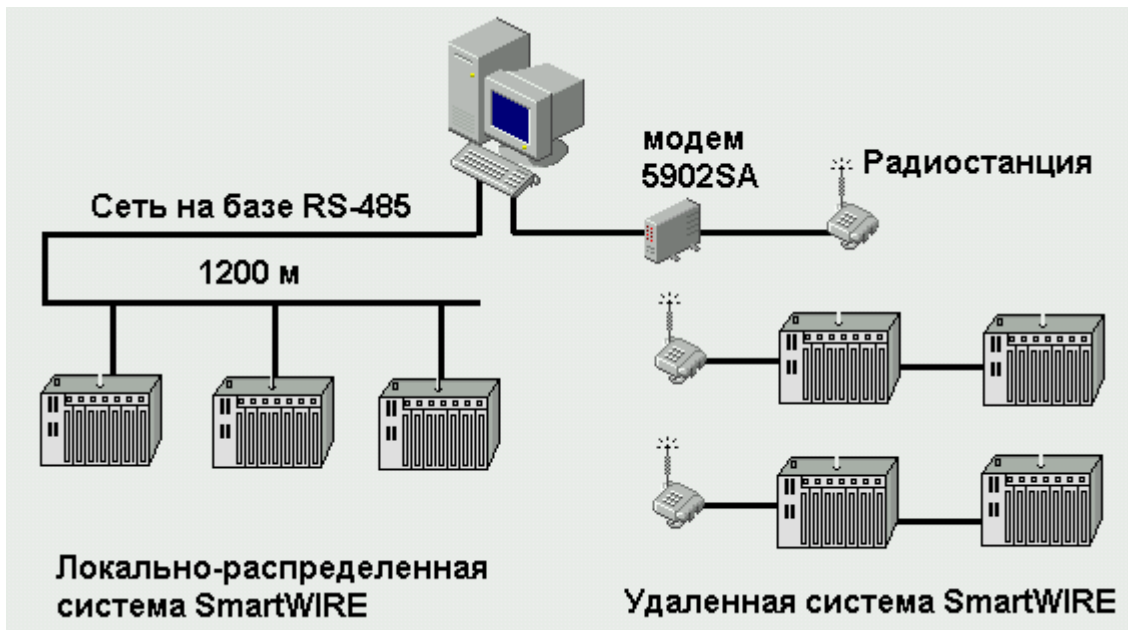


Рис. 2.3.1. Система сбора данных на базе SmartWIRE.

Контроллеры 5201 поддерживают четыре скорости передачи: 9600, 19200, 38400, 115200 бод. Скорость устанавливается при помощи переключателей BAUD1 и BAUD2. Таблица установки переключателей напечатана на плате справа от переключателей.

Контроллеры 5202 поддерживают восемь скоростей передачи: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 и 38400 бод. Скорость устанавливается при помощи переключателей BAUD1, BAUD2 и BAUD3.

Режимы работы.

Контроллеры 5201 и 5202 поддерживают дуплексный и полудуплексный режимы работы. Для выбора режима служит переключатель $\frac{1}{2}$ DUPLEX.

Режим полудуплекс применяется при двухпроводных линиях связи и при работе контроллера 5201 в режиме ведомого(slave) в сети с несколькими ведомыми станциями. Режим дуплекс применяется в четырехпроводных линиях связи и при работе контроллера 5201 в режиме ведущего(master) .

Режим полудуплекс применяется для связи контроллера 5202 с полудуплексными устройствами, такими как модем или радиомодем.

Размеры контроллера SmartWIRE: 108 x 118 x 44 мм.

Условия эксплуатации:

- температура – от – 40 до + 60°C;
- влажность – 5% - 95% без конденсации.

Монтаж контроллеров SmartWIRE производится на рейке 7.5 x 35 мм DIN-типа.

2.3.4. Модули ввода/вывода серии 5000.

Контроллеры TeleSAFE Micro16, SCADAPack и SmartWIRE используют единую серию 5000 модулей ввода/вывода, в которую входят:

- модули дискретного ввода/вывода;
- модули дискретного ввода;
- модули дискретного вывода;
- релейные модули вывода;
- модули ввода аналоговых сигналов;
- модули ввода дифференциальных аналоговых сигналов;
- модули ввода сигналов термометров сопротивления;
- модули ввода сигналов термопар;
- модули вывода аналоговых сигналов;
- модуль высокоскоростного счетчика;
- модуль HART-интерфейса 5904.

Характеристика модулей ввода/вывода серии 5000

Код по каталогу	Количество каналов	Описание модуля
5401	8	DI уровня 90-140В, 180-280В, 10-36В переменного тока, 3-32В постоянного тока.
5402	16	DO уровня 24-140В, 24-280В переменного тока, 3-60В, 10-80В постоянного тока.
5403	8 DI	Могут принимать сигналы постоянного и переменного тока и имеют 5 модификаций по диапазону рабочего напряжения: 12В, 24В, 48В, 120В, 240В.
5404	16 DI	
5406	8 релейных	30В постоянного тока, 250В переменного тока с резистивной и индуктивной нагрузкой.
5407	16 релейных	
5408	8 DO	24-240В переменного тока
5409	8 DO	12-24В постоянного тока
5501	8 AI	0 - 20 мА и 0 - 5 В с разрешением 12 разрядов (4-20 мА и 1-5 В при включенном смещении).
5502	8 AI	Для сигналов напряжения ± 10 В или токовых сигналов ± 20 мА, разрешение 13/12 разрядов.
5503	4 AI	Для работы с платиновыми термометрами сопротивления в диапазонах 0-200°C, 0-400°C, 0-800°C, -110+100°C, -200-0°C и 0-400 Ом.
5504	8 AI	Для работы с термопарами типов J, K, E, T и в диапазоне ± 80 мВ.
5302	4АО	Для работы с сигналами 0 - 20 мА, 4 - 20 мА с разрешением 12 разрядов.
5410	4 счетных входа	Диапазон счетчика - 32 бит, от 0 до 4 294 967 295. Сигналы постоянного тока 3-28В.

Кроме того, фирма Control Microsystems выпускает модуль **HART-интерфейса 5904**. Этот модуль обеспечивает связь между контроллерами Micro 16, SCADAPack и интеллектуальными приборами, использующими для связи HART-протокол.

Модуль 5904 является одним из модулей серии 5000 и полностью интегрируется в контроллерную систему, монтируемую на DIN-рейку.

К одному контроллеру можно подключить **до четырех** модулей 5904. К каждому модулю можно присоединить до 15 HART-устройств. Модуль не требует внешнего источника питания.

Интерфейсный модуль (шлюз) ETHERNET модели 5905 преобразует последовательный интерфейс RS-232/RS-485 MODBUS в MODBUS /TCP сети ETHERNET. Производится в двух исполнениях:

- 5905 для монтажа на DIN-рейку совместно с контроллерами SCADAPack, TeleSAFE Micro 16 и SmartWIRE;
- 5905SA, используемый с персональными компьютерами и другим оборудованием, имеющим RS-232/RS-485 интерфейс.

Модель 5905 представляет собой стандартный модуль серии 5000, который соединяется с системной шиной ввода/вывода Control Microsystems, как часть единой системы. Монтаж модуля 5905 производится на DIN - рейке 7.5 мм X 35 мм. Модуль 5905SA также может быть смонтирован на DIN-рейке. Имеется настольный вариант на резиновых ножках.

Шлюз может быть использован в системах с распределенным вводом/выводом, для связи контроллеров SCADAPack, TeleSAFE Micro 16 с операторскими станциями, для связи с другими ПЛК, для организации связи в SCADA-системах, использующих стандартный протокол обмена MODBUS.

Использование многоточечного RS-485, полудуплексных модемов и радиолиний позволяет подключить до 255 ведомых (Slave) устройств Modbus к шлюзу, назначить каждому шлюзу собственный IP-адрес, а на ведущем конце указать, к какому шлюзу 5905 подключено каждое ведомое устройство.

К каждому шлюзу 5905 можно подключить до 255 ведомых устройств Modbus, а один шлюз поддерживает до 8 TCP/IP соединений.

На схеме, приведенной на рис. 2.3.2, рабочая станция оператора подключена к сети ETHERNET через встроенный порт ETHERNET. К сети ETHERNET также подключена ведущая станция SCADAPack через модуль/шлюз ETHERNET 5905.

Контроллер SCADAPack (Master 2) и ведущая ПЭВМ (Master 1) опрашивают сеть удаленных (RS-485) контроллеров SCADAPack.

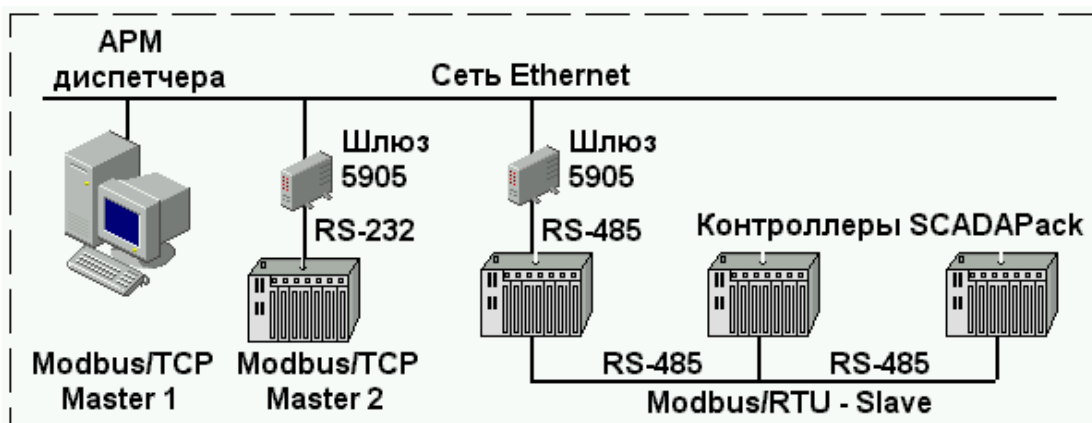


Рис. 2.3.2. Взаимодействие контроллеров SCADAPack с сетью Ethernet.

Поддержка последовательного интерфейса RS-232 позволяет использовать модули 5905, как шлюзы между локальной сетью ETHERNET и контроллерами SCADAPack, которые работают в полудуплексном режиме (5902 Bell-модем, радио модемы и другие полудуплексные модемы).

На схеме, приведенной на рис. 2.3.3, ведущая ПЭВМ связана с сетью ETHERNET через автономный модуль-шлюз ETHERNET 5905SA. Сеть на выделенной линии связана с сетью ETHERNET через модуль 5905 и 5902 - модем Bell 202.

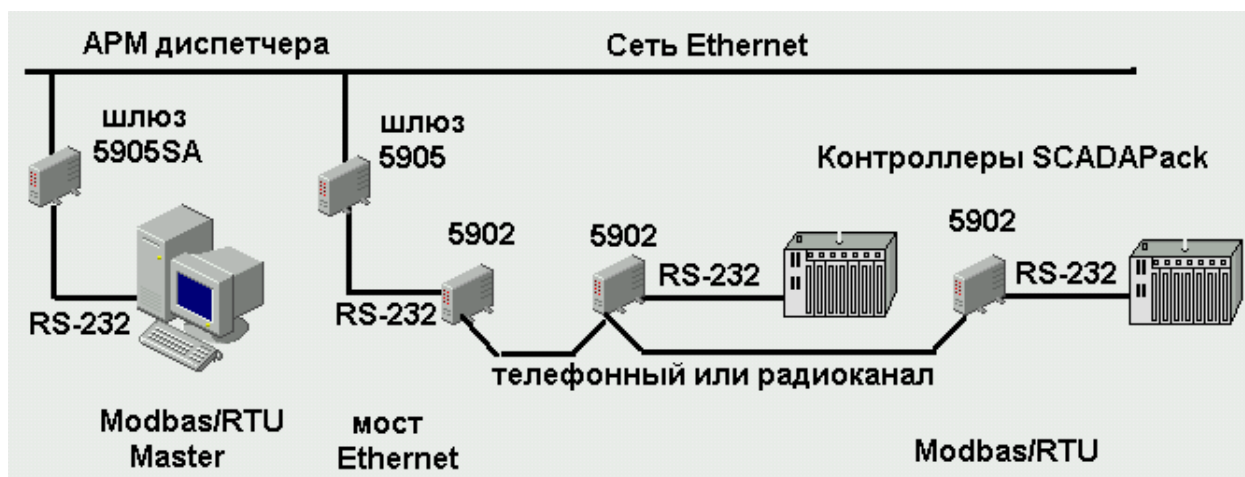


Рис. 2.3.3. Взаимодействие контроллеров SCADAPack с сетью Ethernet.

Этот тип конфигурации поддерживает разные типы сетей, использующих полудуплексные модемы. Одним из примеров может быть использование радиосвязи вместо выделенной линии.

В данной схеме ведущая ПЭВМ связана с одной сетью на выделенной линии через сеть ETHERNET, но эта конфигурация может быть расширена до восьми сетей, связанных по ETHERNET при помощи модулей 5905.

2.3.5. Программное обеспечение контроллеров TeleSAFE Micro 16 и SCADAPack.

Для программирования контроллеров серий TeleSAFE Micro 16 и SCADAPack, отладки и документирования программ контроля и управления используется пакет **TelePACE**.

Пакет программирования **TelePACE** содержит редактор программ релейной логики LL (**TelePACE Ladder Logic**) и набор инструментов для работы на языке C (**TelePACE C Tools**) - ANSI C компилятор, библиотеку дополнительных функций C и загрузчик.

- Пакет программирования на языке релейной логики - **TelePACE Ladder Logic** разработан и широко используется инженерами в системах управления дискретными и непрерывными процессами. Редактор релейной логики – это мощный инструмент для написания, отладки и документирования программ контроля и управления. Редактор релейной логики используется также для загрузки программ на языке C и контроля за их состоянием.

Редактор языка релейной логики LL (TelePACE Ladder Editor) работает на персональном компьютере в среде WINDOWS. Части программ могут быть скопированы, вырезаны, вставлены и удалены. Логические имена (tag name) и значения могут быть экспортированы и импортированы в электронные таблицы.

Встроенная помощь содержит всю информацию из руководства по программированию.

Редактор позволяет легко связывать логические переменные с физическими адресами модулей ввода/вывода и регистрами базы данных. Оперирова мышью, можно включать в программу контакты, выходы, счетчики, таймеры, ПИД-регуляторы и многое другое. Также просто осуществляется загрузка программы в контроллер и ее запуск. Режим отладки и мониторинга позволяет контролировать работу программы и изменять значение переменных. Редактирование может производиться в режимах без связи с контроллером (Off-line) и с работающим контроллером (On-line).

Программирование, загрузка и отладка программ, диагностика работы контроллера может производиться удаленно по сети, даже по коммутируемым телефонным линиям.

- Однако, когда необходимы большие возможности, можно использовать язык C. ANSI C – компилятор подходит для реализации пользовательских протоколов, сложных вычислений, организации хранения данных и других функций, недоступных в языке релейной логики.

Для создания операторского интерфейса в системах управления, построенных на базе контроллеров фирмы Control Microsystems, часто используется пакет **InTouch** фирмы Wonderware.

InTouch обеспечивает стандартный спектр функций, реализованный практически во всех пакетах:

- автоматизированная разработка, дающая возможность создания ПО системы автоматизации без реального программирования;
- средства исполнения прикладных программ;
- сбор первичной информации от устройств нижнего уровня;
- обработка первичной информации;
- регистрация алармов и исторических данных;
- хранение информации с возможностью ее пост-обработки (как правило, реализуется через интерфейсы к наиболее популярным базам данных);
- визуализация информации в виде мнемосхем, графиков и т.п.;
- наличие подсистемы для автоматической генерации отчетов.

Исполнительная система InTouch поддерживает базу данных текущих значений процесса. Значения параметров отображаются на одном или нескольких компьютерах, использующих распределенную структуру программного обеспечения. Поддерживаются следующие типы данных: вещественные, целые, дискретные, строковые и суперпеременные.

Графические объекты могут анимироваться с использованием следующих динамических свойств: цвета, положения, перемещения, размеров, заполнения, мерцания, вращения, скрытия.

InTouch позволяет организовать взаимодействие с другими приложениями, используя следующие средства:

- стандартный DDE-обмен;
- протокол SuiteLink;
- OPC-протокол.

InTouch имеет встроенные механизмы интеграции с другими компонентами пакета FactorySuite.

Область применения контроллеров.

Контроллеры TeleSAFE и SCADApack, предназначенные для жестких условий эксплуатации, нашли широкое применение при автоматизации территориально удаленных объектов ЦДНГ (цех добычи нефти и газа) и ЦППД (цех поддержания пластового давления) на нефтегазовых месторождениях.

Российская фирма ПКБ “АСУ-Нефть” (г. Тюмень) разработала систему автоматизации АДКУ 2000, адаптированную для построения систем

управления основными объектами НГДУ – кустами эксплуатационных скважин. В качестве основного элемента нижнего уровня системы автоматизации (локальной системы контроля и управления – СКУ) был выбран контроллер SCADApack. Локальная система контроля и управления представляет собой шкаф с установленными в нем контроллером, модулями расширения входов/выходов, клеммными зажимами, автоматическим выключателем, искрозащитными барьерами, устройством защиты линии связи. Локальные СКУ устанавливаются в блоках местной автоматики (БМА).

Прикладное программное обеспечение контроллеров SCADApack разработано при помощи пакета TelePACE V 1.37.

Прикладное программное обеспечение верхнего уровня системы автоматизации разработано с использованием среды разработки пакета InTouch 7.1 (Wonderware). В качестве операционной системы компьютеров используется ОС Windows NT 4.0.

Российское предприятие ИНСИСТ АВТОМАТИКА (г. Омск) разработало и внедрило программно-технический комплекс ИСА-НГ для диспетчерского управления территориально удаленными объектами.

В состав ИСА-НГ входят:

СУ-НГ - станция управления удаленным объектом нефтегазового

месторождения;

ОС-ДНГ - станция оператора (диспетчера) ЦДНГ;

ОС-ППД - станция оператора (диспетчера) ЦППД;

СС-НГ - сервер или станция связи с удаленными объектами нефтегазового месторождения;

СБД-НГ - сервер базы данных нефтегазового месторождения.

СУ-НГ выполнены на базе контроллеров SCADApack, проектно комплектуемых в шкафах управления вместе с аппаратурой питания, кондиционирования, коммутационным и др. оборудованием. СУ-НГ в различных модификациях обеспечивают управление погружным и устьевым оборудованием кустов скважин, замерными установками, запорной арматурой, насосными агрегатами и др. технологическим оборудованием.

СС-НГ выполняется на базе промышленного компьютера с операторским интерфейсом InTouch в режиме терминального сервера.

ОС-ДНГ и ОС-ППД являются терминальной частью СС-НГ и служат основой автоматизированных рабочих мест оперативного персонала ЦДНГ и ЦППД.

2.4. Контроллеры и сетевые комплексы GE Fanuc.

2.4.1. Контроллеры серии 90-30.

ПЛК серии 90-30 фирмы GE Fanuc – это семейство контроллеров, специальных модулей и устройств ввода/вывода, адаптированных для различных применений: от простой замены реле до систем автоматизации среднего уровня мощности.

- **Модели 311, 313/323, 331.**

Эти модели ПЛК обладают возможностями средней мощности. Модели 311 и 313 смонтированы на 5-ячеечной базовой плате, обеспечивающей до 160 вводов/выводов. Модель 313 имеет большую память по сравнению с 311.

Модель 323 смонтирована на базовой плате с 10 ячейками и обеспечивает до 320 в/в. CPU имеет те же возможности, что и 313.

ПЛК модели 331 применяется в проектах, требующих большого числа вводов/выводов. Процессор поддерживает функцию расширенного ввода/вывода. Более широкий набор возможностей центрального процессора обеспечен большей по сравнению вышеописанными моделями памятью.

Характеристика процессоров

Процессоры	CPU311	CPU313/ CPU323	CPU331
Объем пользовательской логической памяти	6Кб	12Кб	18Кб
Объем регистровой памяти (слов)	512	1024	2048
Скорость выполнения двоичных операций	18мс/К	0.6мс/К	0.4мс/К
Тип устройств памяти	ОЗУ, СППЗУ, ЭСППЗУ	ОЗУ, СППЗУ, ЭСППЗУ	ОЗУ, СППЗУ, ЭСППЗУ
Прерывания	нет	нет	нет
ПИД-регулирование	нет	нет	нет

Модели 340/341 и 351/352.

Модели 340/341 – это ПЛК с увеличенным объемом памяти и повышенным быстродействием. Процессоры этих моделей имеют функцию прерывания через определенное время ($\geq 1\text{мс}$), что позволяет решать задачи высокоскоростного распределенного управления процессами.



CPU модели 351 - один из самых быстродействующих центральных процессоров. Имеет 4 встроенных процессора для одновременного решения нескольких задач с целью повышения пропускной способности.

Модель 352 обладает возможностью выполнения операций с плавающей запятой со скоростью от 2 до 4 мкс.

Характеристика процессоров

Процессоры	CPU340/341	CPU351/CPU352
Объем логической памяти	32 Кб/80Кб	80 Кб
Объем регистровой памяти (слов)	9999	9999
Скорость выполнения двоичных операций	0.2мс	0.1мс
Тип памяти	ОЗУ, флэш	ОЗУ, флэш
Операции с плавающей запятой	нет	нет/есть
Прерывания	есть	есть

Ввод/вывод.

Контроллеры серии 90-30 наряду с локальным вводом/выводом поддерживают расширение ввода/вывода, удаленный и распределенный ввод/вывод.

Для моделей 331 – 352 имеется три типа базовых плат:

- базовые платы с ячейкой для CPU и дополнительными ячейками для вводов/выводов;
- расширительные базовые платы, используемые для их установки на расстояниях ≤ 15 м от центрального процессора;
- удаленные базовые платы для установки систем на расстоянии до 214 м.

Контроллеры моделей 311/313/323 не имеют расширенного и удаленного ввода/вывода. Контроллеры моделей 331/340/341 допускают 5 расширительных плат, а контроллеры моделей 351/352 – 8 расширительных плат. Фирма предлагает кабели стандартных длин для их подключения к базовой плате с CPU.

Характеристика процессоров

Процессор	CPU331	CPU340/341	CPU351/352
Количество дискретных каналов в/в	1024	1024	4096
Количество аналоговых каналов в/в (I/O)	128/64	1024/256	2048/512
Поддержка расширения в/в (до 15м)	да	да	да
Количество стоек в ПЛК (с расширением)	5	5	8

Количество слотов в платах расширения	5,10	5,10	5,10
Поддержка удаленного в/в без специальных модулей (до 210м)	да	да	да
Количество слотов в удаленных платах	5,10	5,10	5,10
Удаленные в/в по сети Genius	GCM, GCM+	GCM,GCM+	GCM,GCM+
Распределенные в/в Genius, Field Control	GBC	GBC	GBC
Количество каналов в/в в модуле	2/4/8/16/32	2/4/8/16/32	2/4/8/16/32

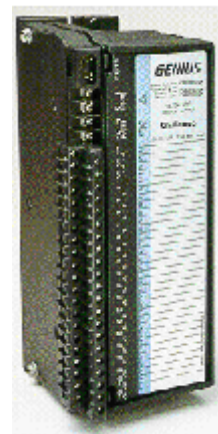
Модули ввода/вывода серии 90-30.

Модули ввода обеспечивают интерфейс между ПЛК и внешними источниками входных сигналов, а модули вывода - между ПЛК и внешними выходными устройствами. GE Fanuc предлагает целый ряд модулей, поддерживающих различные диапазоны и виды напряжений, имеющих различную токовую нагрузку, изоляцию. Модули ввода/вывода имеют различную плотность – 8, 16, 32 точки. Все модули ввода/вывода оснащены светодиодными индикаторами, выделяющими каждую точку на модуле и со стороны ввода, и со стороны вывода.

Для аналоговых модулей в процессоре выделяется свой объем памяти. При каждом сканировании производится автоматическое обновление данных. Все модули имеют программное конфигурирование.

Система удаленного ввода/вывода Genius.

В отличие от обычных систем удаленного ввода/вывода система **Genius** не требует шкафов, стоек, отдельных источников питания и приемников. Кроме того, система автоматически предоставляет диагностическую информацию о полевой проводке, условиях энергопитания и нагрузках, а также о состоянии шины ввода/вывода, ее блоков и цепей. В ее номенклатуру входят модули ввода/вывода аналоговых и дискретных сигналов, сигналов от термопар и термометров сопротивления и ряд других.



Допускается использование аналоговых модулей ввода/вывода с сигналами от 0 до 24 мА, что дает возможность работать, в частности, с сигналами 0-5 мА при погрешности, приемлемой в большинстве случаев.

Дискретные модули поддерживают диагностику состояния входных/выходных цепей, имеют встроенную защиту от короткого замыкания.

Модуль высокоскоростного счетчика работает с импульсами напряжением от 5 до 30 В и частотой до 200 кГц.

Конструктивно система ввода/вывода Genius представляет собой сборку из двух составляющих - шасси и электронного блока. Клеммы для

подключения кабеля Genius, проводов от датчиков, исполнительных устройств и питания входят в состав шасси. Коммуникационный процессор и система ввода/вывода образуют электронный блок. Такое решение позволяет, в случае необходимости, быстро заменить электронный блок без отсоединения кабелей. Конфигурация устройства хранится в шасси; после замены электронного блока повторная конфигурация не требуется.

Модули системы ввода/вывода Genius

№ по каталогу	Описание блока
BBD101	Блок DI/DO на 8 каналов уровня 115 VAC;
BBS102	Блок DI/DO на 8 каналов уровня 115 VAC /125 VDC с диагностикой нарушений коммутации;
BBD110	Блок DI на 16 каналов уровня 115 VAC;
BBD020	Блок DI/DO на 16 каналов уровня 24 VDC;
BBD024	Блок DI/DO на 32 канала уровня 12/24 VDC;
BBR100	Блок релейных выводов с НЗ контактами на 16 каналов;
BBR101	Блок релейных выводов с НР контактами на 16 каналов;
BBA100	Блок 4AI/2АО;
BBA101	Блок ввода сигналов термометров сопротивления на 6 каналов;
BBA103	Блок ввода сигналов термопар на 6 каналов;
BBA105	Блок АО на 6 каналов;
BBA106	Блок AI на 6 каналов;
ELB921	Блок одноканального интерфейса между ПК и сетью Genius;
ELB921	Блок двухканального интерфейса между ПК и сетью Genius.

Взаимодействие системы ввода/вывода **Genius** с центральным процессором осуществляется посредством контроллера шины Genius (Genius Bus Controller – **GBC**). Этот модуль объединяет в себе контроллер связи и одноканальный контроллер распределенных вводов/выводов. Модуль **GBC** занимает одну ячейку ПЛК и конфигурируется при помощи программного обеспечения Logicmaster 90-70. Поддерживает до 32 устройств в локальной сети Genius. В состав одного PLC может быть включено несколько контроллеров шины **GBC**, каждый из которых поддерживает отдельный сегмент сети. При использовании одноранговой передачи информации контроллер может служить узлом связи для соединения с другими устройствами через шину Genius. Предоставляет возможность удаления

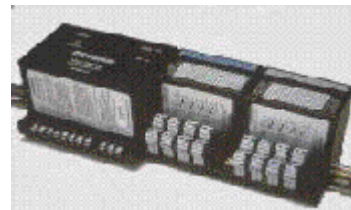
устройств ввода/вывода на расстояние до 2300м и совместим с интерфейсами устройств, производимых другими фирмами.

Автоматический обмен данными между ПЛК 90-30 и другими устройствами, подключенными к шине Genius, может осуществляться и посредством модулей связи Genius GCM и GCM+ (Genius Communication Module). GCM может поддерживать в локальной сети Genius до 8 устройств, а GCM+ - до 32 устройств. Каждый модуль может размещаться в любой из трех стандартных стоек. В стойку можно установить только один GCM, но установленного предельного числа модулей GCM+, обслуживаемых одним ПЛК, не существует.

Модули GCM и GCM+ являются полностью программно-конфигурируемыми. Подключение к шине **Genius** осуществляется при помощи двухпроводного кабеля с разъемами на каждом конце. Модуль оснащен двумя светодиодными индикаторами: один показывает, что модуль включен и работает, другой – что он сконфигурирован и ведет передачу или прием. GCM+ поддерживает мониторинг данных при помощи ПК, мониторинг блоков ввода/вывода Genius, одноранговую связь и связь по схеме “ведущий/ведомый” с имитацией удаленных вводов/выводов.

Система ввода/вывода Field Control .

Field Control объединяет децентрализованную систему ввода/вывода и децентрализованную систему управления в единое недорогое модульное изделие. Устройство приводит к стандартному виду сигналы при вводе в систему управления или выводе из нее. Field Control имеет модульную конструкцию и состоит из блока интерфейса шины (Bus Interface Unit – BIU), блока полевых контактных устройств (шасси ввода/вывода) и полевых модулей ввода/вывода. В состав BIU входит интерфейс для соединения с такими полевыми хост-шинами, как шина Genius и FIP. Универсальные блоки полевых контактных устройств, которые могут устанавливаться на DIN-рейке или на панели, имеются в различных конфигурациях (по применению). Один блок интерфейса шины может поддерживать до 4 блоков контактных устройств или 8 модулей ввода/вывода, обеспечивая в сумме 128 точек.



В номенклатуру Field Control также входит Micro Field Processor (MFP) - модуль процессора, выполняющий логическую обработку сигналов ввода/вывода по программе пользователя, что позволяет реализовать управление подключенным к устройству Field Control агрегатом без участия CPU контроллера. Модуль MFP устанавливается в шасси ввода/вывода.

Наряду с BIU, предназначенными для связи по сети Genius с контроллерами GE Fanuc, выпускаются BIU для работы в других сетях (Profibus-DP, WorldFIP, Interbus) что позволяет включать модули

ввода/вывода Field Control в состав АСУТП на базе контроллеров третьих фирм.

Устройства системы Field Control

GBI002	Блок интерфейса шины BUI Genius
FBI001	Блок интерфейса шины BUI WorldFIP
PBI001	Блок интерфейса шины BUI Profibus DP
IBU001	Блок интерфейса шины BUI InterBus
MFP100	Полевой процессор Micro Field
MDL240	DI на 16 каналов, 2 группы, уровня 120 VAC
MDL241	DI на 16 каналов, 2 группы, уровня 240 VAC
MDL230	DO на 16 каналов, групповой, уровня 12/120 VAC
MDL231	DO на 8 каналов уровня 120 VAC
MDL640	DI на 16 каналов, групповой, уровня 24 VDC
MDL641	DI на 16 каналов, групповой, уровня 48 VDC
MDL642	DI на 16 каналов, групповой, уровня 125 VDC
MDL740	DO на 16 каналов, групповой, уровня 12/24 VDC
MDL742	DO на 16 каналов, групповой, уровня 5/12 VDC
MDL930	Релейный вывод на 8 каналов
ALG230	AI токовый на 8 каналов, групповой
ALG240	AI токовый на 16 каналов, групповой
ADC810	AI на 8 каналов уровня $\pm 10В$, 0/10В
ALG320	АО на 4 канала, групповой
ALG330	АО на 8 каналов, групповой
ALG620	AI на 4 канала от термометров сопротивления
ALG630	AI на 8 каналов от термопар

Контроллер **GBC** проводит асинхронное сканирование блоков ввода/вывода системы Field Control и при каждом акте сканирования передает данные ввода/вывода на центральный процессор через объединительную плату стойки серии 90-30.

Коммуникационные возможности серии 90-30.

- Контроллеры серии 90-30 имеют последовательный порт, встроенный в блок питания. Порт служит для программирования или используется в качестве ведомого для операторского интерфейса (протоколы SNP, SNP-X для работы по схеме ведущий/ведомый).

Дополнительно два последовательных порта связи с набором выбираемых пользователем протоколов для контроллеров моделей 331/340/341/351/352 обеспечивает модуль процессора связи (Communication Coprocessor Module - **CCM**). Этот одноячеечный модуль имеет один порт RS-232 и один конфигурируемый порт RS-232/RS-485. Подключение к обоим

портам производится через одиночный 25-контактный соединитель. Скорость передачи данных через порты модуля достигает 19,6 Кбод.

Модуль конфигурируется программно, и есть три различных протокола с набором установок:

- SNP – ведущий/ведомый;
- CCM – ведущий/ведомый, одноранговый;
- RTU Modbus – ведомый.

- Сеть **Genius** фирмы GE Fanuc предназначена для объединения в законченную систему контроллеров GE Fanuc серий **90-70** и **90-30**, удаленной периферии Genius и Field Control. Физически устройства объединяются в сеть экранированной витой парой. Сеть имеет топологию "шина", к которой может быть подключено до 32 устройств. Максимальная длина шины составляет 2,3 км при скорости обмена 38,4 Кбод. Максимальная скорость передачи данных 153,6 Кбод достигается при длине линии до 600 м.

Для включения в состав сети Genius операторской станции на основе персонального компьютера выпускаются сетевые платы PCIM- card. С их помощью реализуется доступ SCADA-системы Simplicity к переменным контроллера. Связь при помощи PCIM-card поддерживается рядом третьих фирм - поставщиков SCADA-пакетов.

- Высокоскоростная сеть **I/O Link** обеспечивает возможность работы по схеме ведущий/ведомый для пакетов данных с фиксированными объемами через волоконно-оптическую линию, рассчитанную на скорость передачи 1,5 Мбод при скорости обновления 2мс. Взаимодействие с сетью обеспечивается модулями связи I/O Link (имеются ведущие и ведомые модули). Ведущий модуль может поддерживать до 16 устройств с сети. Количество каналов ввода/вывода, поддерживаемых каждым ведущим модулем, достигает 2000.

Длина локальной сети I/O Link может достигать 10м при шине RS-485 и 200м при использовании волоконно-оптической шины.

Модуль **Ethernet Interface** делает возможным непосредственное подключение приборов серии 90-30 к локальной сети Ethernet, позволяя осуществлять программирование, мониторинг в режиме on-line, сбор данных и равноправную (одноранговую) связь. Интерфейс **Ethernet** обеспечивает возможность инициирования связи с другими интерфейсами TCP/IP Ethernet приборов серии 90-30 и 90-70, используя функции запроса предоставления связи в лестничной программе.

Совместимость контроллеров серии 90-30 с модулями производства других фирм расширяет возможности серии.

Одно-портовый ведомый интерфейсный модуль RTU с последовательным портом RS-232/RS-485 делает возможным использование ПЛК серии 90-30 в сочетании с ведущим устройством RTU/Modbus. Одна из разновидностей модуля поддерживает работу через модем. Контроллеры с этим модулем можно использовать в распределенных системах управления (DCS), системах диспетчерского управления и сбора данных (SCADA).

Модуль интерфейса SPN позволяет добавить к любой стойке серии 90-30 дополнительный ведомый порт SNP. Этот порт можно конфигурировать для работы с RS-232/RS-485. Модуль поддерживает также работу через радиомодем.

Модуль сопроцессора DOS придает объединительной плате серии 90-30 возможности полномасштабного персонального компьютера. Он обеспечивает возможность асинхронной обработки вместе с центральным процессором ПЛК. Сопроцессор не управляет непосредственно вводами/выводами ПЛК, но выполняет другие функции, которые обычно оказывают негативное влияние на характеристики центрального процессора. К числу особенностей модуля можно отнести:

- порт для VGA, ЖК-дисплея и мыши;
 - порт для принтера;
 - два порта (RS-232 и RS-485);
 - порт для клавиатуры;
 - накопитель на гибких магнитных дисках, 1.44 Мб.
- Модуль автоматической настройки ПИД существенно уменьшает время подготовки и настройки контуров регулирования. Модуль размещается непосредственно в стойке ПЛК и поддерживает связь с блоками ПИД через объединительную плату.

Кроме вышеперечисленных модулей и контроллеров связи в состав серии 90-30 входят следующие устройства:

- модуль Interbus-S (slave) – взаимодействие с сетью Interbus;
- модуль WorksBus - взаимодействие с сетью WorksBus;
- контроллер FIPBus - взаимодействие с сетью FIPBus;
- модуль DeviceNet - взаимодействие с сетью DeviceNet.

Взаимодействие контроллеров серий 90-30 и 90-70 с блоками ввода/вывода **Genius** и **Field Control** по шине **Genius** показано на рис. 2.4.1 (GCM – модуль связи с шиной **Genius**, GBC – контроллер шины **Genius**, BUI – блок интерфейса **Field Control** с шиной **Genius**).

Модуль сканера удаленного ввода/вывода реализует подключение к сети Genius корзины серии 90-70 с установленными в нее модулями ввода/вывода

без CPU.

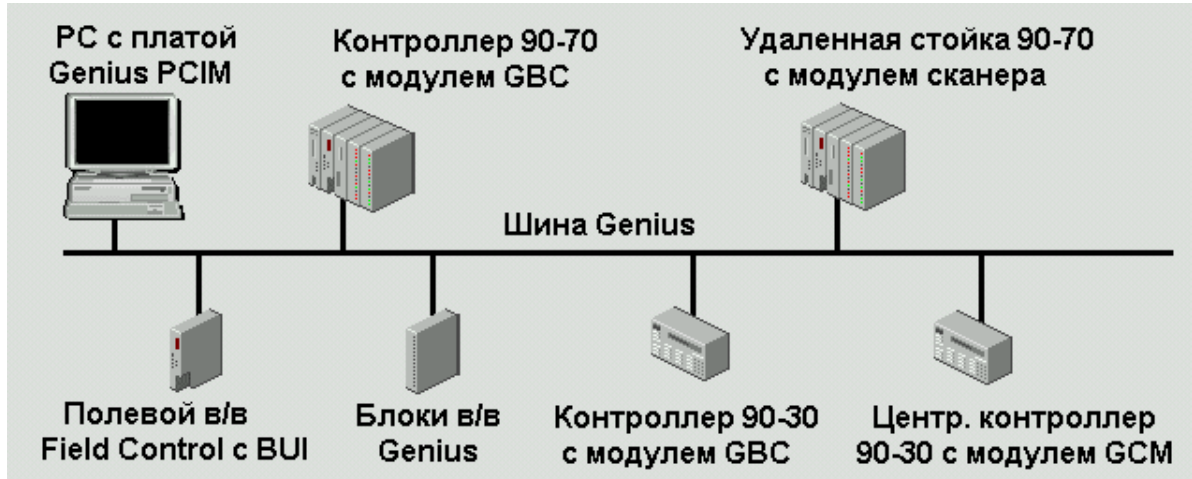


Рис. 2.4.1. Контроллеры GE Fanuc в сети Genius.

Размеры базовой платы на 5 слотов: 245 x 130 x 142 мм.

Размеры базовой платы на 10 слотов: 443 x 130 x 142 мм.

2.4.2. Контроллеры и модули связи серии 90-70.

В ПЛК серии 90-70 используется стандарт шины VME – общепринятый международный стандарт, который используют более 300 фирм, производящих модули и платы.

Модульная конструкция с платами в корпусе поддерживает конфигурирование системы, обеспечивая возможность соответствия широкому кругу применений.



Фирма GE Fanuc предлагает ряд стоек серии 90-70, которые можно использовать для размещения центральных процессоров, локальных и удаленных устройств ввода/вывода. Каждая ячейка рассчитана на восприятие устройств ввода/вывода стоечного типа. Имеются стойки на 5, 9 и 17 ячеек.

Крайняя левая ячейка в каждой стойке резервируется для источника питания, а соседняя с ней – для центрального процессора. Во избежание установки в определенную ячейку не предназначенного для нее модуля предусматриваются механические ключи.

Центральный процессор (CPU) построен на основе микропроцессоров **Intel**. Все модели имеют в своем составе числовой сопроцессор для повышения скорости исполнения дискретных функций. В состав некоторых моделей входит сопроцессор с плавающей запятой.

Характеристика стандартных центральных процессоров

Процессор	CPU731	CPU771/772	CPU781/782	CPU915	CPU925
Тип процессора	186	186/186	386/386	486DX	486DX2
Память (min/max)	32 Кб	64/512 Кб	128/512 Кб	1024 Кб	1024 Кб
Частота	12МГц	12 МГц	16МГц	32МГц	64МГц
Время выполнения двоичных операций	0.4мс/К	0.4мс/К	0.4мс/К	0.4мс/К	0.4мс/К
Операции с плавающей запятой	нет	нет/да	нет/да	да	да

Специализированные центральные процессоры.

Модели CSE 784 и CSE 925 способны работать на языке State Logic. Они могут иметь управляющие программы, написанные на State Logic, на языке многоступенчатой (лестничной) логики или на языке «С», исполняемые одновременно. Пользователи могут вводить алгоритмы управления, уже разработанные на языке лестничной логики, пользуясь программированием на языке State Logic.

Модель 780 обеспечивает резервирование центрального процессора, что дает возможность продолжать работу даже при отказе любого компонента. Система горячего резервирования центрального процессора модели 780 состоит из двух CPU, подключенных к одной или нескольким шинам Genius. CPU, управляющий системой в данный момент, называется активным; другой CPU при этом является резервным. Если в активном процессоре обнаруживается та или иная неисправность, то управление быстро и плавно передается резервному. Переключение управления может производиться также нажатием кнопки на резервном модуле связи или при помощи логической программы пользователя.

Модели 788/789/790 осуществляют модульное резервирование при помощи шины Genius (GMR). Система GMR представляет собой систему тройного модульного резервирования (TMR). Система GMR основана на использовании стандартных готовых изделий – ПЛК серии 90-70 и устройств ввода/вывода Genius. Фирма GE Fanuc усовершенствовала стандартный центральный процессор ПЛК, контроллер шины и блоки ввода/вывода Genius с целью обеспечения их работы в системах GMR.

Скорость исполнения операций - 0,4 мс/К для всех CPU.

Характеристика специализированных центральных процессоров

Процессор	CPU State Logic	Горячее резервир.	CPU и ввод/вывод с тройным резервир.
-----------	-----------------	-------------------	--------------------------------------

Центральный процессор	CSE784	CSE926	CPU780	CPU788/789	CPU790
Тип процессора	386	486DX2	386	386/386	486DX2
Память (min/max)	512 Кб	1024 Кб	256/512 Кб	206/206 Кб	512 Кб
Частота	16МГц	64 МГц	16МГц	16/16МГц	64МГц
Время выполнения двоичных операций	0.4мс/К	0.4мс/К	0.4мс/К	0.4мс/К	0.4мс/К
Операции с плавающей запятой	да	да	да	нет/нет	да

Модули ввода/вывода.

Модули дискретных вводов обеспечивают интерфейс между ПЛК и внешними входными устройствами – сенсорные датчики, кнопки переключатели и ручки установки числовых значений. Имеются модули ввода на 16 и на 32 точки.

Модули дискретных выводов обеспечивают интерфейс между ПЛК и внешними выходными устройствами – контакторы, промежуточные реле, индикаторы числовых значений и индикаторные лампы. Имеются модули выводов на 12, 16 и 32 точки.

Модули аналоговых вводов/выводов предназначены для управления параметрами процессов – расход, температура, давление. Базовый модуль ввода рассчитан на 8 точек, каждую из которых можно специализировать применительно к тому или иному конкретному типу ввода. От каждого базового модуля сигналы могут подаваться на несколько (до 7) 16-ти точечных расширительных модулей. Каждый канал можно программно масштабировать. Аналоговый ввод/вывод имеет собственную область памяти в центральном процессоре. Частоту обновления данных можно устанавливать программно (LD). Имеются модули на 8 входов и 16 входов.

Модуль аналогового вывода на четыре канала обеспечивает следующие уровни выходных сигналов: -5+5В, 0+5В, -10+10В, 0+10В, 0-20мА.

GE Fanuc предлагает широкий набор устройств для дистанционного ввода/вывода на основе шины **Genius**. В число этих устройств входят дистанционные стойки серии 70-90, стойки ввода/вывода серии 30-90, устройства ввода/вывода **Genius** и **Field Control**.

Дистанционный сканер вводов/выводов.

Сканер представляет собой интеллектуальный модуль, который устанавливается в 9-ти ячейковой или 5-ти ячейковой дистанционной стойке серии 90-70 и сопрягает модули вводов/выводов серии 90-70 с шиной **Genius**. Дистанционный отвод может содержать до 8 стоек, связанных через модуль передатчиков и приемников шины. Наибольшее расстояние от первой стойки

до последней составляет 15 метров. Дистанционный сканер может обслуживать до 1024 дискретных вводов и 1024 дискретных выводов или до 64 аналоговых вводов и 64 аналоговых выводов, независимо от числа стоек в дистанционном отводе.

Имеется возможность установки на расстоянии до 2275 метров от контроллера, а также возможность расположения на одной шине **Genius** до 30 дистанционных отводов.

Коммуникационные возможности серии 90-70.

Встроенный последовательный порт в центральном процессоре серии 90-70 можно использовать для программирования или в качестве ведомого компонента для операторского интерфейса с использованием протокола серии 90 (SNP).

- SNP – протокол «ведущий/ведомый» (для программирования). Для передачи данных – более быстродействующая версия SNP-X.

- LAN Genius фирмы GE Fanuc – высокоскоростная локальная сеть, допускающая подключение до 32 отводов (точек присоединения устройств) через витую пару на расстояниях до 2275 м при скорости передачи до 153 Кбод. Конфигурирование производится при помощи программных средств. Поддерживает передачу как глобальных данных (Global Data) так и дейтаграмм (при каждом акте сканирования).

Для обмена данными по Global Data каждому входящему в состав сети контроллеру выделяется участок адресного пространства. В этот участок он передает данные, указанные при конфигурировании его контроллера шины. Передача данных осуществляется без указания контроллера, который должен их получить. Этот участок доступен всем подключенным к шине PLC только для чтения. Таким образом, для всей сети создается единый набор данных, используемый для обмена. Один контроллер шины обеспечивает прием/передачу до 128 байт данных от каждого из узлов.

Дейтаграмма (Datagram) представляет собой направленную посылку данных от одного контроллера к другому. Прием/передача дейтаграмм происходит под управлением программы пользователя. Момент отправки дейтаграммы может быть задан с требуемой периодичностью или по наступлению какого-либо события.

- I/O Link – скорость передачи данных более 1,5 Мбод. Передает данные по волоконно-оптической линии в режиме «ведущий/ведомый».

Модули I/O Link.

I/O Link – это последовательный интерфейс, обеспечивающий высокоскоростной обмен данными ввода/вывода между ведущим устройством и несколькими (до 16) ведомыми устройствами. Максимальное

расстояние между отдельными устройствами в сети I/O Link – 10 метров. Для больших расстояний (до 100 м.) можно применить волоконно-оптический кабель.

В ПЛК серии 90-70 можно установить до 4 интерфейсных модулей I/O Link, каждый из которых можно использовать как в режиме ведущего (обмен через 1024 дискретных ввода и 1024 дискретных вывода) так и ведомого (64 дискретных ввода и 64 дискретных вывода). Скорость передачи - 1,5 Мбод.

Модуль сопроцессора связи.

Communications Coprocessor Module – ССМ. Поддерживает протоколы управления связью (ССМ обеспечивает интерфейсы RS232 и RS485, а также связь CPU с ПЛК через объединительную плату); дистанционного терминала (RTU Modbus – только ведомый) и связи с ПЛК общего типа (SNP). Эти три протокола реализуются на одном порте или на обоих последовательных портах в любой из девяти возможных конфигураций: ССМ/ССМ; ССМ/RTU; ССМ/SNP; RTU/RTU; RTU/ССМ; RTU/SNP; SNP/SNP; SNP/ССМ; SNP/RTU.

Контроллер локальной сети Ethernet.

Предназначен для высококачественной связи между контроллерами и для их интеграции в сети с оборудованием различных поставщиков. Устанавливается в одной ячейке стойки ПЛК серии 90-70 и имеет разъем для подключения приемопередатчика (трансивера). Коммерческие трансиверы могут работать с кабелями различных типов: коаксиальный кабель с тонкой жилой (10Base2), витая пара (10BaseT), волоконно-оптический кабель (10BaseF) и широкополосный кабель (10Base36).

Имеется 2 альтернативных протокола связи:

- Программное обеспечение TCP/IP Ethernet – связь с хост-компьютерами и логический программатор с использованием запатентованного фирмой GE Fanuc протокола SRTP поверх четырехуровневого набора протоколов TCP/IP (Internet).

- Коммуникационное программное обеспечение MMS- Ethernet – связь с хост-компьютерами и логический программатор с использованием MMS (Manufacturing Message Specification – стандарт ISO9506) на семиуровневом пакете протоколов OSI.

На рис. 2.4.2 приведена обобщенная архитектура контроллеров и устройств GE Fanuc.

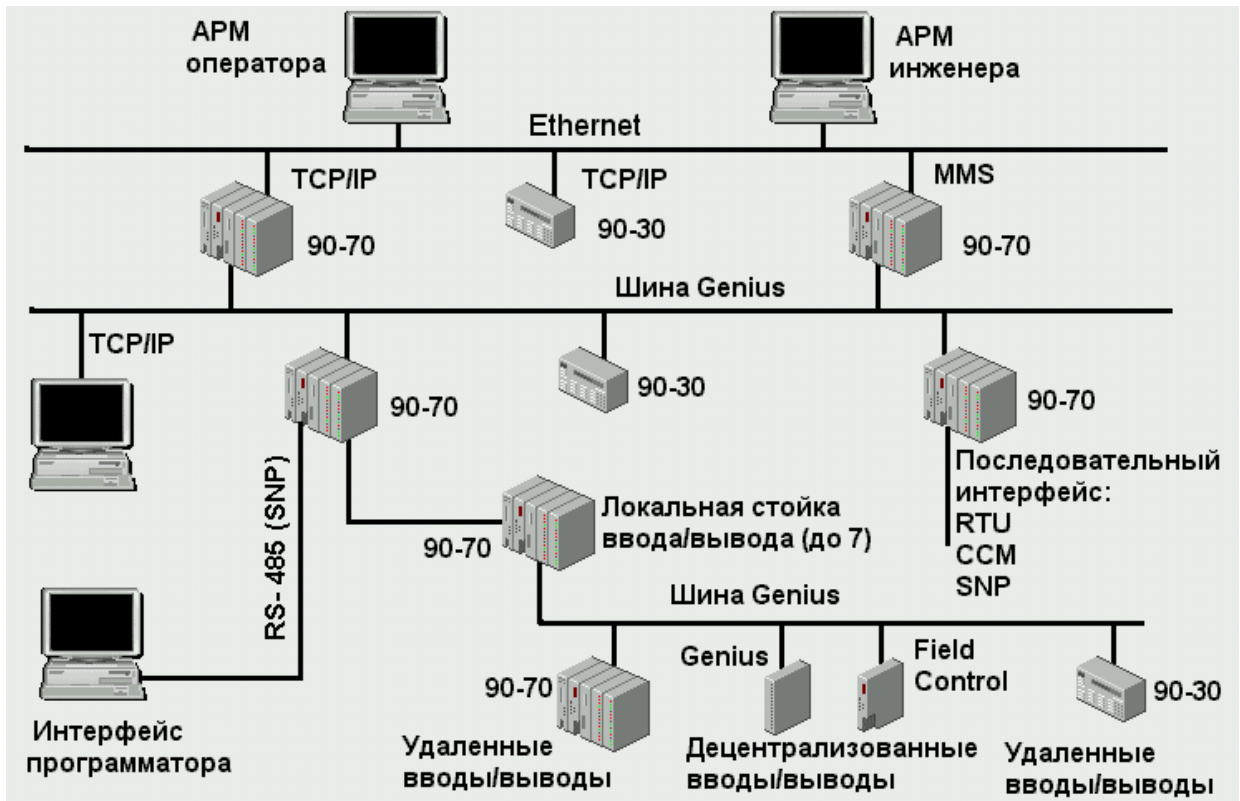


Рис. 2.4.2. Обобщенная архитектура системы на базе контроллеров GE Fanuc.

Размеры базовой платы на 5 слотов: 320 x 283 x 184 мм.

Размеры базовой платы на 9 слотов: 483 x 283 x 184 мм.

Размеры базовой платы на 17 слотов: 483 x 283 x 184 мм
(модули формата VME).

2.4.3. Контроллеры VersaMax.

Оборудование VersaMax может быть использовано для построения небольших (до 256 точек) локальных систем управления, а также для расширения существующих систем.

Конструкция системы разработана с учетом современных требований к гибкости, возможности расширения и удобства монтажа. Система состоит из блоков, не имеющих общего каркаса и монтируемых на DIN-рейке. Первый блок на рейке - CPU с подключенным к нему блоком питания. Справа от CPU устанавливаются шасси для модулей ввода/вывода, которые соединяются друг с другом и с CPU встроенными разъемами. К одному CPU можно подключить до 8 шасси. В каждое шасси устанавливается один модуль ввода/вывода. В эти же шасси могут быть установлены и коммуникационные модули. Провода от датчиков



и ИУ подключаются к клеммнику, входящему в состав шасси. Таким образом, имеется возможность замены модулей без отсоединения кабелей.

Световые индикаторы контроллера позволяют отслеживать ошибки в системе и состояние входов/выходов.

Характеристика контроллера.

Память программ – 12К (12288 байт).

Скорость выполнения двоичных операций - 1.8 мс/К.

Операции с плавающей запятой – да.

ПИД-регулирование - да.

Порты - RS-232 и RS-485.

Протоколы – SNP slave, Modbus RTU slave, Serial I/O.

Батарейка часов реального времени – да.

Система с одним контроллером VersaMax (IC200CPU001) поддерживает до 256 вводов/выводов. Система VersaMax максимально может поддерживать:

- дискретные в/в – 2048/2048;
- аналоговые в/в - 128/128 слов.

В системе **VersaMax** имеется широкая номенклатура модулей ввода/вывода. Для создания удаленных узлов (станций) ввода/вывода на 256 переменных могут быть использованы дискретные, аналоговые, смешанные и специальные модули ввода/вывода.

Каждая станция **VersaMax** удаленного ввода/вывода может управляться либо CPU контроллера **VersaMax** либо другими контроллерами посредством коммуникационных модулей.

Коммуникационные возможности.

CPU контроллера имеет два последовательных программно-конфигурируемых порта RS-232 и RS-485 (протоколы - SNP slave и Modbus RTU slave).

Использование интерфейсного модуля Profibus slave в контроллере VersaMax делает его подчиненным в сети Profibus-DP.

Коммуникационный модуль Profibus - DP slave (IC200BEM002) имеет стандартный порт RS-485 (рис. 2.4.3). Установка адреса производится переключателями.

Характеристика модуля:

- поддерживает максимум 392 бита (от 1 до 244 ввода или 244 вывода);
- адресное пространство – 1 – 125 (сеть поддерживает 32 станции без повторителей, 125 – с повторителями);

- скорость – от 9.6 Кбод до 12 Мбод;
- топология сети – шина с терминаторами на обоих концах;
- физическая линия – витая пара.

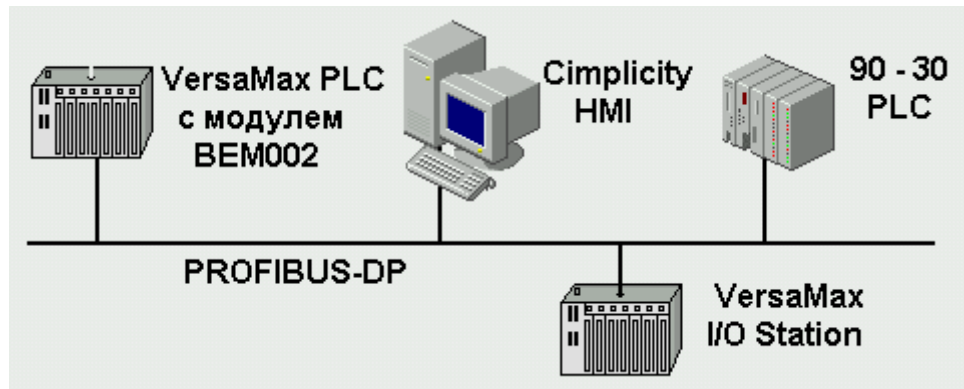


Рис. 2.4.3. Контроллеры VersaMax в сети Profibus - DP.

Использование интерфейсного модуля DeviceNet Master (IC200ВЕМ103) в контроллере VersaMax делает его мастером в сети DeviceNet. Модуль поддерживает и равноправный обмен информацией.

Характеристика модуля:

- поддерживает до 40 подчиненных устройств;
- поддерживает до 128/128 вводов/выводов;
- адресное пространство – от 0 до 63;
- скорость обмена – 125, 250, 500 Кбод;
- топология сети – шина.

Для расширения емкости существующей системы управления по вводу/выводу можно использовать станции ввода/вывода VersaMax (VersaMax I/O). С этой целью в станцию VersaMax I/O вставляют соответствующий интерфейсный модуль (для взаимодействия с сетями Genius, Profibus-DP, DeviceNet).

Мост VersaMax – Genius (IC200GBI001) обеспечивает интерфейс VersaMax с хост-ПЛК или PC по сети Genius (рис. 2.4.4). Модуль может быть использован в резервированной сети и при резервированном CPU. Имеет встроенный источник питания. Адресация и скорость обмена устанавливаются переключателями.

Характеристика модуля:

- поддерживает до 8 модулей в станции;
- сканирует 128/128 в/в;
- адресное пространство – от 0 до 31;
- скорость – 153.6Кбод, 76.8 Кбод, 38.4 Кбод;
- физическая линия – витая пара, оптоволокно;

- ТОПОЛОГИЯ – шина.

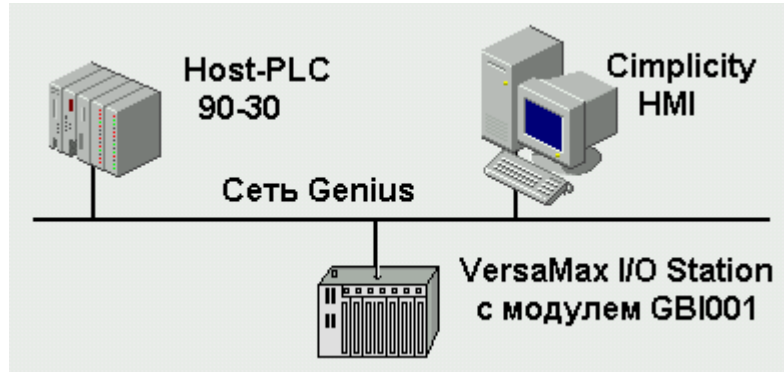


Рис. 2.4.4. Контроллер VersaMax в сети Genius.

Интерфейсный модуль **Profibus - DP** мастер/послуженный (**IC200PBI001**) имеет встроенный стандартный RS-485, встроенный источник питания. Адресация и скорость обмена устанавливаются переключателями.

Характеристика модуля:

- поддерживает до 8 модулей в станции;
- поддерживает максимум 375 бит (от 1 до 244 ввода или 244 вывода);
- адресное пространство – от 1 до 125 (сеть поддерживает 32 станции без повторителей, 125 - с повторителями);
- скорость – от 9.6 Кбод до 12 Мбод;
- топология – линейная шина;
- физическая линия – витая пара.

Интерфейсный модуль **DeviceNet** (**IC200DBI001**) обеспечивает интерфейс **VersaMax** с сетью DeviceNet. Модуль имеет встроенный источник питания.

Характеристика модуля:

- поддерживает до 8 модулей в станции;
- поддерживает 130/130 дискретных вводов/выводов;
- адресное пространство – от 0 до 63 (сеть поддерживает до 63 устройств);
- скорость – 125 Кбод, 250 Кбод, 500 Кбод;
- физическая линия – витая пара;
- топология – шина.

2.4.4. Программное обеспечение.

Базовым средством интегрирования контроллеров GE Fanuc в систему управления технологическим процессом является пакет программ **LogiMaster**. Модули GE Fanuc не имеют конфигурационных переключателей и перемычек, все конфигурирование контроллера

выполняется при помощи Logicmaster. Это же средство используется для программирования контроллеров, диагностики их технического состояния и отладки программ.

Для программирования контроллеров GE Fanuc обычно используется язык релейно-контактной логики. Logicmaster поддерживает структурированное написание программ с использованием процедур, присвоение символьных имен входам, выходам и ячейкам памяти, комментарии к строкам программы. Если задача управления требует выполнения сложных логических операций или расчетов, возможно программирование на языках С и State Logic.

При работе с контроллерами в качестве устройства программирования используется портативный компьютер - Notebook с Logicmaster, подключаемый к контроллеру через последовательный порт.

SCADA - система Cimplicity.

Cimplicity - один из старейших HMI- продуктов на мировом рынке. Этот программный продукт работает в среде операционных систем UNIX, VMS, HP UX на компьютерных платформах IBM, VAX, DEC.

Графика **Cimplicity** позволяет создавать динамические экраны, представляющие технологический процесс. Панели инструментов предоставляют возможность разработчику выравнивать, вращать, изменять контуры, рисовать и создавать группы объектов, редактировать копировать и стирать, передвигать объекты по экрану. В системе имеется библиотека графических объектов для различных отраслей промышленности.

Графика **Cimplicity** поддерживает стандарты Microsoft OLE и. Это позволяет включать в графические экраны таблицы или графики из Excel, рапорты из баз данных SQL и Access, картинки bitmap, видео- и аудиоклипы, графики, алармы и т. д. из других приложений пакета.

В пакете **Cimplicity** предусмотрена система генерации и управления алармами. Окна алармов можно настраивать и встраивать в графический экран. Имеется возможность изменять шрифты, размеры окна, стили и тексты алармов.

Тренды также могут встраиваться в графический экран (стандарт ОСХ). Количество графиков на один объект трендов не ограничено. Причем тренд может иметь сразу несколько источников поступления данных, включая текущую информацию и информацию, сохраненную в файле. Для каждого графика возможен свой масштаб. Предусмотрена возможность конфигурирования трендов в режиме исполнения.

В качестве языка для написания собственных программных модулей может быть использован Visual Basic. Пользователю предоставлена

возможность создавать программные блоки, базирующиеся на системных событиях, алармах, переменных из базы данных или конкретных действий оператора.

Для поддержания обмена с внешними базами данных используется механизм ODBC.

Simplicity предоставляет возможность горячего резервирования, которая обеспечивает автоматическое переключение с первичной системы на вторичную в случае отказа. Переменные, алармы и другие параметры сохраняются синхронно в двух системах, уменьшая тем самым время реакции и восстановления. Для OS Windows NT время перехода на резервный сервер составляет 10 миллисекунд.

Панель управления переменными обеспечивает пользователя списком переменных в системе. С помощью этой панели можно организовать фильтрацию переменных, сортировку в зависимости от имени, устройства поступления, ресурсов.

На рис. 2.4.5 приведена архитектура автоматизированной системы управления технологическими процессами установки комплексной подготовки газа (АСУТП УКПГ) "Промысел-1". Эта система, обеспечивающая очистку газа от примесей и его осушку триэтиленгликолем (ТЭГ), введена в эксплуатацию в конце 2000 года на газовом месторождении "Юбилейное" ООО "Надымгазпром". АСУТП "Промысел-1" разработана специалистами ОАО "Газавтоматика" при участии ООО "Advantek Engineering".

Информационная мощность объекта управления: 436 AI, 75 AO, 1498 DI и 687 DO. АСУ ТП "Промысел-1" территориально распределена по площадке технологического объекта и имеет два уровня управления:

- уровень систем автоматического управления (САУ);
- уровень оперативно-диспетчерского управления.

Уровень САУ построен с использованием ПЛК серии 90-30 фирмы GE Fanuc на базе процессорного модуля IC693CPU364, имеющего встроенный интерфейс Ethernet 10Base-T. Кроме процессорного модуля на базовой плате контроллера размещены:

- коммуникационные модули - для связи с интеллектуальными датчиками и внешними микропроцессорными системами;
- контроллеры шины Genius - для связи с УСО Field Control и верхним уровнем.

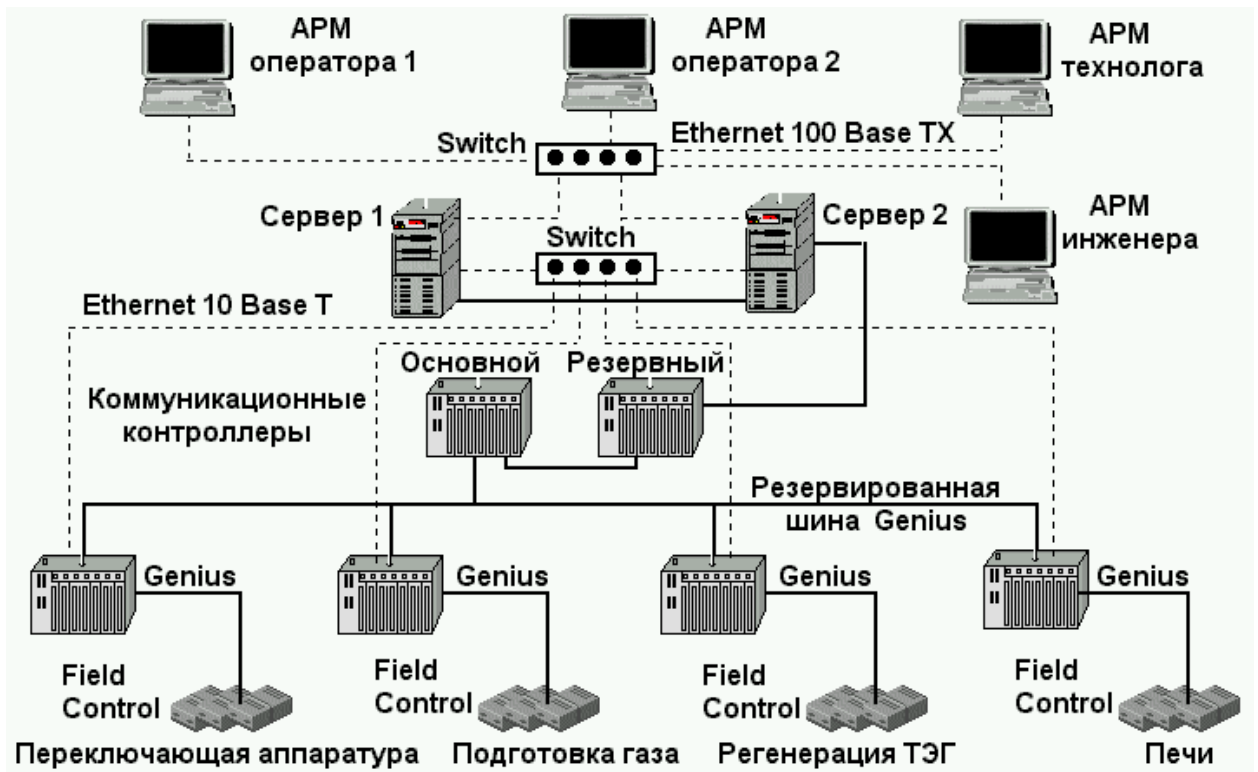


Рис. 2.4.5. Архитектура АСУТП УКПГ “Промысел-1”.

Ввод/вывод системы построен на базе УСО Field Control. Каждая станция УСО Field Control состоит из:

- интерфейсного блока шины Genius, обеспечивающего связь с контроллером и возможность конфигурирования модулей ввода/вывода, подключаемых к нему;
- 4 базовых плат ввода/вывода, на каждой из которых может размещаться по 2 модуля ввода/вывода;
- модулей ввода/вывода.

Связь станций Field Control с контроллерами осуществляется с использованием не резервированной шины Genius. Для автоматизации наиболее ответственных технологических участков УКПГ применена система с горячим резервированием контроллеров. Реализованы алгоритмы синхронизации контроллеров и безударного перехода с основного контроллера на резервный и обратно.

На уровне САУ система управления “Промысел-1” обеспечивает выполнение следующих функций:

- сбор и контроль технологической информации с основных и вспомогательных технологических объектов УКПГ;
- сбор и контроль технологической информации от внешних систем управления;
- формирование и ведение базы данных значений параметров;
- реализация законов автоматического регулирования (ПИД);

- выполнение алгоритмов автоматического управления, технологических блокировок;
- выполнение алгоритмов противоаварийной защиты;
- обработку команд дистанционного управления (выдачу управляющих воздействий на ИМ в соответствии с командами, принятыми с верхнего уровня);
- связь с верхним уровнем управления УКПГ (передача технологической информации, прием команд);
- непрерывный контроль работоспособности технических средств и определение отказавших устройств.

В состав уровня оперативно-диспетчерского управления входят:

- резервированный SCADA-сервер на базе пакета HMI iFIX;
- две двухмониторные станции операторов, станция инженера-технолога на базе пакетов iClient iFIX;
- станция системного инженера с установленными пакетами iClient iFIX и Versa Pro.

Операционной системой основного и резервного серверов является Windows NT 4.0 Server, операционной системой рабочих станций — Windows NT 4.0 Workstation.

На верхнем уровне АСУ ТП "Промысел-1" обеспечивает реализацию следующих функций:

- сбор и контроль технологической информации от технических средств САУ основных и вспомогательных объектов (служб) УКПГ;
- сигнализацию отклонений технологических параметров от регламентных норм;
- ведение базы данных реального времени;
- формирование и отображение мнемосхем, трендов;
- формирование и отображение сводок и режимных листов;
- формирование и отображение протокола событий;
- формирование и выдачу выходных документов и протоколов событий на печать;
- протоколирование действий оперативного персонала;
- вычисление суммарных (интегральных) и средних (час/два часа) расходов газа;
- учет расхода газа по узлам входа шлейфов и технологическим линиям;
- учет расхода газа на собственные нужды и воды;
- учет расхода химреагентов;
- формирование и выдачу команд дистанционного управления;

- контроль выполнения команд управления;
- выдачу уставок регуляторам;
- интерфейс "человек – машина";
- связь с нижним уровнем системы (прием технологической информации с уровня САУ, передача команд управления на уровень САУ);
- обмен информацией с уровнем диспетчерского управления.
- назначение (разграничение) прав для различных групп пользователей на доступ к информации и к функциям управления;
- регистрацию пользователей в системе по индивидуальному идентификатору пользователя с введением пароля;
- ведение протокола регистрации пользователей и их наиболее ответственных действий с указанием реального времени и информации об этих действиях;
- ведение и вывод по запросу протоколов событий, происходящих в системе (действия по управлению, изменение конфигурации, системные события);
- непрерывный контроль работоспособности технических средств и обеспечение обнаружения отказа и причины отказа, с выдачей звуковой и визуальной сигнализации оператору ОПС и занесением информации об отказе в протокол событий.

Коммуникационная подсистема состоит из:

- Резервированной системной шины Genius для связи цеховых контроллеров уровня САУ с резервированным контроллером-концентратором на основе ПЛК серии 90-30;
- Сети Fast Ethernet для связи SCADA-серверов с коммуникационным контроллером и станциями операторов, обеспечивающей обмен 10/100 Мбит/с в зависимости от типа подключаемого к сети порта Ethernet. Кроме того, по этой сети осуществляется удалённое конфигурирование контроллеров уровня САУ. Сеть строится на базе коммутатора, позволяющего исключить влияние недетерминированности сети Ethernet на надёжность доставки технологической информации в режиме реального времени.

2.5. Контроллеры компании Коуо.

Японская компания KOYO SEIKO Group - одна из известнейших в мире компаний по разработке и производству контроллеров, операторских терминалов, программного обеспечения контроллеров. PLCDirect - дочерняя

компания KOYO, созданная для продвижения на мировом рынке программируемых контроллеров.

2.5.1. Direct Logic DL05 – моноблочные контроллеры, содержащие источник питания, процессор и устройство дискретного ввода/вывода. Количество дискретных каналов ввода/вывода фиксировано (8/6) и не может быть увеличено, но предусмотрен один слот расширения: модуль аналогового ввода на 4 канала или часы-календарь.



Предлагается шесть модификаций контроллера, имеющих одинаковый внешний вид, источник питания, процессор, количество каналов ввода/вывода, но их различное сочетание. Маркировка контроллеров этого семейства имеет следующий вид: **DO-05AA (AD, AR, DA, DD, DR)**, где **DO** - тип семейства, **05** - тип процессора, **AA (AD, AR, DA, DD, DR)** - характеристика ввода/вывода (первая буква в обозначении – вход, вторая – выход).

A – сигнал переменного тока;

D – сигнал постоянного тока;

R – релейный выход.

В соответствии с этим контроллер семейства **DL05** модели DO-05AD имеет 8 входов переменного тока и 6 выходов постоянного тока.

Характеристика процессора

Процессор	DL05
Общий объем памяти (слов)	6К
Объем памяти программ (слов)	2048
Объем памяти переменных (слов)	4096 (128 - э/н*)
Автономное питание памяти	нет
Время выполнения логической операции	2.0 мкс
Время сканирования (программы в 1К)	2.7-3.2 мс

* э/н - энергонезависимая память.

Контроллер не поддерживает удаленный и распределенный ввод/вывод.

Диапазон входных сигналов переменного тока – 90-120В, постоянного тока – 12-24В.

Диапазон выходных сигналов переменного тока – 17-240В, 0.5А; постоянного тока – 6-27В, 0.5/1А.

Диапазон релейных выходов: переменный ток – 6-240В, 2А; постоянный ток – 6-27В, 2А.

Коммуникационные возможности.

Все модификации DL05 имеют два встроенных порта RS-232. Оба порта могут поддерживать связь по протоколам K-sequence, DirectNet и Modbus.

Порт 1 выполняет функцию только ведомого для всех этих протоколов. Через этот порт контроллер может быть подключен к ручному программатору ННР, программному обеспечению DirectSOFT, операторским панелям. Скорость обмена фиксирована и равна 9600 бод.

Порт 2 – ведомый для протокола K-sequence и ведущий/ведомый для протоколов DirectNet и Modbus RTU. Через этот порт контроллер может взаимодействовать с другими контроллерами, а также с теми же устройствами, что и через порт 1. Скорость обмена может настраиваться от 300 до 38400 бод. На рис. 2.5.1 контроллеры взаимодействуют через порт 2 по любому из протоколов (DirectNet и Modbus RTU). Для увеличения протяженности канала связи между ведущим и ведомыми контроллерами использован интерфейс RS-485 (КИ – конвертор интерфейса). Ручные программаторы D2-HPP подключены к контроллерам через порт 1.

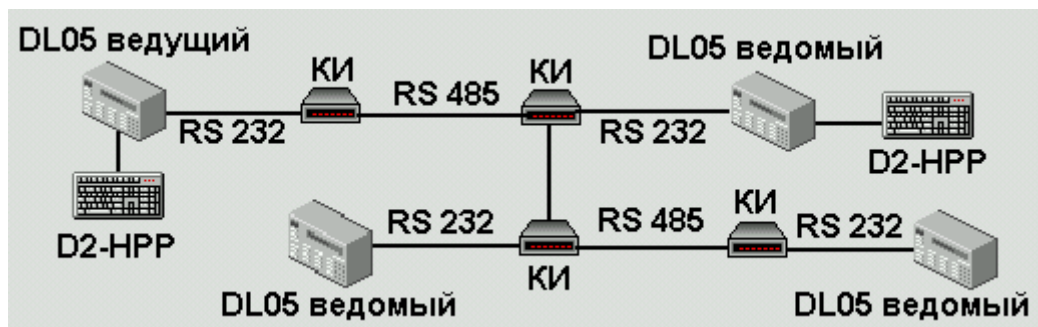


Рис. 2.5.1. Сеть контроллеров DL05.

В качестве специальных возможностей контроллер DL05 поддерживает ПИД-регулирование (импульсный выход).

Размеры контроллеров семейства **DL05** – 120 x 95 x 65 мм.

Условия эксплуатации:

- температура – от 0 до + 55°C;
- влажность – 5% - 95% без конденсации.

Способы монтажа: на DIN-рейке или на щите.

2.5.2. Direct Logic DL205 – семейство модульных контроллеров со сменными процессорными модулями (D2-230, D2-240, D2-250). Количество модулей в корпусе – 3, 4, 6, 9



(первый слот каркаса – для CPU, количество слотов для модулей ввода/вывода, соответственно, – 2, 3, 5, 8). Допускает от 2 до 8 каналов удаленного ввода/вывода. В семействе имеется большой набор (около 30) модулей ввода/вывода различных типов сигналов и коммуникационных модулей для взаимодействия контроллеров с различными сетями, включая **Ethernet**.

Характеристика процессоров

Процессор	D2-230	D2-240	D2-250
Общий объем памяти (слов)	2.4К	3.8К	14.8К
Объем памяти программ (слов)	2048 ППЗУ	2560 ППЗУ	7680 ППЗУ
Объем памяти переменных э/н (слов):	256 ППЗУ	1024 ППЗУ	7168 ППЗУ
Питание от батарей	да	да	да
Время выполнения логической операции	3.3 мкс	1.4мкс	0.61мкс
Время сканирования (программы в 1К)	4-6мс	10-12 мс	1-2 мс
ПИД-регулирование	нет	нет	да
Часы/календарь реального времени	нет	да	да

В процессоре D2-250 предусмотрено четыре контура ПИД-регулирования. Существует возможность выбора режима управления: автоматический, ручной, каскадное регулирование. Характеристики контура регулирования (текущее и заданное значения параметра, уставки сигнализации и т. д.) доступны с панели оператора.

Характеристика ввода/вывода

Процессор	D2-230	D2-240	D2-250
Общее число каналов в/в	128	896	2048
Локальные в/в	128	256	256
Количество каркасов	1	1	1
Удаленные в/в	нет	896	2048
Удаленные каналы в/в	нет	2	8
Число сигналов на канал	-	512	512
Число каркасов на канал:			
С протоколом RM-NET		7	7
С протоколом SM-NET		31	31
Количество каналов в/в в модуле	2/4/8/16/32	2/4/8/16/32	2/4/8/16/32
Количество слотов для модулей в/в в каркасе	2/3/5/8	2/3/5/8	2/3/5/8

Допускает только один каркас локального ввода/вывода (расширение системы DL205 не допускается) и удаленный ввод/вывод.

Все локальные каналы обновляются на каждом шаге сканирования процессора. Локальные каркасы (на 3, 4, 6, и 9 слотов) имеют источник питания. Предельное количество локальных каналов ограничено числом слотов и энергопотреблением системы.

Удаленный ввод/вывод применяется для систем, в которых имеется достаточное число датчиков и других полевых устройств, находящихся на достаточно большом расстоянии (до 1000м) от центрального процессора. Для значительной части приложений этот подход позволяет уменьшить стоимость линий связи за счет того, что каналы ввода/вывода размещаются вблизи соответствующих устройств.

Поддержка удаленных вводов/выводов осуществляется посредством модулей **D2-RMSM** (удаленный ведущий) и **D2-RSSS** (удаленный ведомый). Ведущий модуль D2-RMSM располагается в локальном каркасе контроллера и соединяется экранированным кабелем типа витая пара с “удаленным ведомым” D2-RSSS, который находится в удаленном каркасе (рис. 2.5.2).



Рис. 2.5.2. Организация удаленного ввода/вывода.

Каждый модуль D2-RMSM поддерживает один канал удаленных вводов/выводов (с протоколом RM-NET – до 7 каркасов, с протоколом SM-NET – до 31 каркаса). Процессор D2-240 поддерживает два модуля D2-RMSM, процессор D2-250 – семь (плюс порт процессора с протоколом RM-NET). Несмотря на это, D2-240 поддерживает в сумме 320 входов, 320 выходов и 256 управляющих реле (всего 896); D2-250 – 512 входов, 512 выходов и 1024 управляющих реле (всего 2048).

Расстояние удаленных каркасов от контроллера достигает 1200м при работе с протоколом RM-NET и скорости обмена 38,4 Кбод. При использовании протокола SM-NET и протяженности линии 1200м скорость обмена 38,4 Кбод, при протяженности линии 100м – 614,4 Кбод.

Каналы удаленного ввода/вывода обновляются асинхронно по отношению к сканированию процессора. Поэтому из числа задач,

использующих удаленный ввод/вывод, решены могут быть только те, которые не требуют обновления ввода/вывода на каждом шаге.

Коммуникационные возможности.

Контроллеры семейства DL205 (D2-240, D2-250) могут взаимодействовать с сетями DirectNet, Modbus и Ethernet через два встроенных порта RS-232 и с помощью интерфейсных модулей. Контроллер D2-230 не поддерживает сетевого обмена (один порт RS-232).

Все контроллеры семейства могут поддерживать связь через все порты по протоколу K-sequence. При этом контроллеры являются ведомыми по отношению к подключенным устройствам: ручному программатору ННР, программному обеспечению DirectSOFT, операторским панелям.

Поддерживаемые протоколы

Процессоры Сети	D2-230	D2-240	D2-250
K-sequence (ведомый)	порт	верхний порт, нижний порт	верхний порт, нижний порт
DirectNET (ведомый)		нижний порт, F2-DEVNETS	верхний порт, нижний порт, F2-DEVNETS
DirectNET (ведущий)		DCM	нижний порт, DCM
Modbus (ведомый)		DCM	нижний порт, DCM
Modbus (ведущий)			нижний порт
Ethernet		H2-ECOM, H2-ECOM-F	H2-ECOM, H2-ECOM-F

Скорость обмена через верхний порт фиксирована и равна 9600 бод.

Скорость обмена через нижний порт меняется от 300 до 38400 бод. Для увеличения длины канала связи между ведущим и ведомыми контроллерами используется конвертор интерфейса RS-232/RS-485.

В сети с последовательным обменом одно устройство является ведущим, а остальные – ведомые. Ведущими в такой сети могут быть:

- процессор D2-250 (по протоколам DirectNET и MODBUS);
- процессор D2-240 с модулем D2-DCM (по протоколу DirectNET);
- ПК с ПО DirectLogic или HMI.

Модуль передачи данных **D2-DCM** используют для придания контроллеру функции **ведущего** по шине DirectNET (рис.2.5.3), **однорангового** узла шины DirectNET (сеть с двумя равноправными контроллерами), **ведомого** по шине MODBUS. Скорость обмена данными – 38,4 Кбод. При использовании сетевого интерфейса RS-485 необходимо применять конвертеры интерфейсов RS-232/RS-485 (F2-UN-CON).



Рис. 2.5.3. Контроллеры DL205 в сети DirectNet

Другой вариант взаимодействия контроллеров семейства DL205 по шине DirectNET может быть реализован с помощью модуля **F2-DEVNETS** (ведомый). Этот модуль позволяет организовать связь системы ввода/вывода с ведущим устройством (контроллером или ПК, поддерживающим DirectNET). Модуль F2-DEVNETS выполняет функции ведомого в сети DirectNET и устанавливается в слот процессора. В его задачу входит сканирование и передача данных по шине ведущему устройству.

Один модуль F2-DEVNETS поддерживает (в зависимости от числа слотов в корпусе) до 128 (8x16) вводов/выводов (64/64). К одной шине может быть подключено до 64 устройств. При этом длина шины может достигать 500м при скорости обмена 125 Кбод. При скорости обмена 500 Кбод длина шины – 100м.

Так как процессор D2-250 способен функционировать в качестве **MODBUS**-ведущего, а модуль DCM придает контроллеру функции **MODBUS**-ведомого, то построение сети с использованием протокола MODBUS RTU не представляет сложности (рис. 2.5.4).

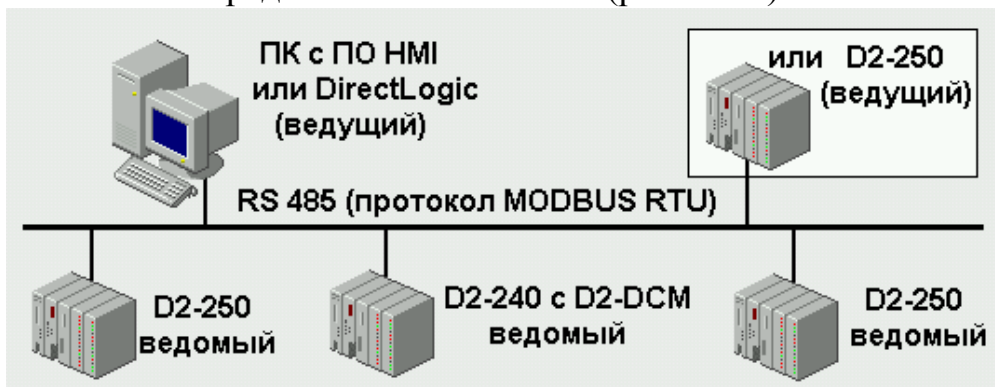


Рис. 2.5.4. Взаимодействие контроллеров DL205 по протоколу MODBUS.

Коммуникационные модули **H2-ЕСОМ** и **H2-ЕСОМ-F** позволяют организовать соединение контроллеров в высокоскоростную сеть Ethernet с равноправными узлами (рис. 2.5.5). Скорость обмена информацией по сети – до 10Мбод. Протяженность линии связи достигает 100м с модулем H2-ЕСОМ и 2000м – с модулем H2-ЕСОМ-F (оптоволокну). Используя повторители, можно удлинить линию связи и увеличить количество узлов.

Соединение контроллеров с персональным компьютером осуществляется посредством стандартного кабеля и концентраторов (HUB).

Используя HUB, можно строить системы с практически неограниченным числом каналов ввода/вывода.

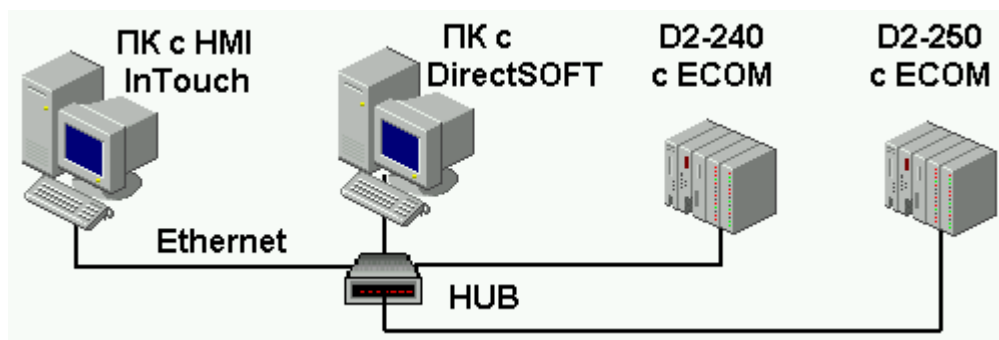


Рис. 2.5.5. Контроллеры DL205 в сети Ethernet.

Условия эксплуатации контроллеров:

- температура – от 0 до + 55°C;
- влажность – 5% - 95% без конденсации.

Способы монтажа: на DIN-рейке или на щите.

Размеры контроллеров семейства **DL205**: 172/203/265/358 x 90 x 75* мм.

Ширина контроллера определяется количеством слотов в корпусе;

* - размер дан с 8 - канальными модулями ввода/вывода;

- 87 мм с 16 - канальными модулями ввода/вывода.

2.5.3. Direct Logic DL405—семейство модульных контроллеров со сменными процессорными модулями (D4-430, D4-440, D4-450). Количество модулей в корпусе – 4, 6, 8. Контроллеры этого семейства наряду с локальным вводом/выводом поддерживают расширение ввода/вывода (до 3 модулей расширения) и удаленный ввод/вывод. В семействе имеется большой набор (около 60)



модулей ввода/вывода различных типов сигналов и коммуникационных модулей для взаимодействия контроллеров с сетями, включая **Ethernet**.

Характеристика процессоров

Процессор	D4-430	D4-440	D4-450
Общий объем памяти (слов)	6.5К	22.5К	30.8К
Память программ встроенная (слов)	3.5К ППЗУ	нет	7.5К Flash
При наличии картриджа памяти	нет	до 15.5К	до 15.5К
Объем памяти данных э/н V (слов):	3К	7К	15.3К
Резервное питание от батарей	да	да	да
Время выполнения логической операции	3 мкс	0.33мкс	0.96мкс
Время сканирования (программы в 1К)	8-10мс	2-3 мс	4-5 мс
ПИД-регулирование	нет	нет	да

В процессоре предусмотрено до 16 контуров ПИД-регулирования. Существует возможность выбора режима управления: автоматический, ручной, каскадное регулирование. Характеристики контура регулирования (текущее и заданное значения параметра, уставки сигнализации и т. д.) находятся в V-памяти (память переменных/данных), что делает их доступными с панели оператора.

Кроме того, процессор D4-450 поддерживает вещественную арифметику.

Ввод/вывод.

Контроллеры этого семейства наряду с локальным вводом/выводом поддерживают расширение ввода/вывода, удаленный ввод/вывод, а также распределенный ввод/вывод. Под локальным понимается каркас, в котором находится процессор. Понятие “локальный ввод/вывод” относится к модулям, расположенным в одном каркасе с процессором. Расширенный ввод/вывод используется при нехватке слотов ввода/вывода в локальном каркасе или недостаточной мощности источника питания каркаса. Семейство контроллеров DL405 допускает до 3 каркасов расширения. Расширенная конфигурация образуется модулями ввода/вывода, расположенными в каркасах, соединенных последовательно с локальным каркасом процессора. В каждом каркасе расширения в слот процессора устанавливается модуль расширения D4-EX. Соединение осуществляется кабелем длиной 1м.

При необходимости размещения каркасов ввода/вывода на некотором удалении от локального каркаса допускается удаленный ввод/вывод. Соединение удаленных каркасов (с модулями “D4-RS-ведомый”) с локальным каркасом процессора осуществляется через порт процессора или

посредством модуля “D4-RM-ведущий” (рис. 2.5.6).

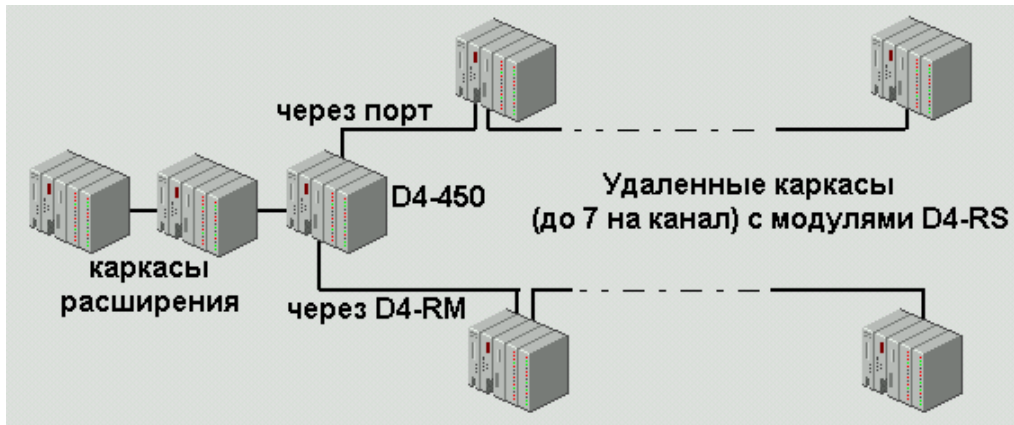


Рис. 2.5.6. Организация расширенного и удаленного ввода/вывода.

Каждый модуль D2-RM поддерживает один канал удаленных вводов/выводов (до 7 каркасов). Все процессоры DL405 поддерживают два модуля D2-RM (процессор D4-450 плюс к этому имеет порт, поддерживающий удаленный ввод/вывод). Расстояние удаленных каркасов от контроллера достигает 1000м (экранированный кабель “витая пара”) при скорости обмена 38,4 Кбод.

Характеристика ввода/вывода контроллеров

Процессор	D4-430	D4-440	D4-450
Общее число каналов в/в	1152	1664	3584
Локальные в/в	640	640	2048
Количество каркасов расширения	3	3	3
Удаленные в/в	512	1024	1536
Количество удаленных каналов в/в	2	2	3
Число сигналов на канал	512	512	512
Число каркасов на канал:	7	7	7
Распределенный в/в SDS:			
Количество каналов (модулей)	8	8	8
Количество в/в (устройств) на канал	64	64	64
Макс. количество устройств	512	512	512
Количество каналов в/в в модуле	2/4/8/16/32	2/4/8/16/32	2/4/8/16/32
Количество слотов для модулей в/в в каркасе	4/6/8	4/6/8	4/6/8

Система ввода/вывода SDS полностью отлична от рассмотренных выше подходов к организации ввода/вывода. Достаточно иметь интерфейсный модуль ввода/вывода SDS в локальном каркасе. Периферийные устройства (концевые выключатели, фотоэлектрические и бесконтактные датчики, позиционеры и задвижки) подключаются к модулю обычным 4-проводным

кабелем. Таким образом, модуль SDS заменяет стандартные модули ввода/вывода, обеспечивая подключение 64 дискретных входов или выходов (распределенный ввод/вывод).

Длина магистрального канала SDS достигает 450м при скорости обмена 125 Кбод. С уменьшением длины канала скорость обмена возрастает (500Кбод при 120м и 1Мбод при 30м). Длина ответвлений от магистрального канала до периферийного устройства может достигать 7м.

В каркас процессора можно устанавливать до 8 ведущих модулей SDS (до 512 адресатов на процессор). Пример организации распределенного ввода/вывода с помощью полевой шины SDS приведен на рис. 2.5.7.



Рис. 2.5.7. Распределенный ввод/вывод на базе шины SDS.

Коммуникационные возможности.

Контроллеры на базе процессоров D4-430 и D4-440 имеют два встроенных порта, которые не обеспечивают им широких сетевых возможностей. Для расширения сетевых возможностей используются интерфейсные модули. Контроллер с процессором D4-450 в этом плане выгодно отличается от своих “собратьев” по семейству, имея четыре встроенных порта, два из которых обеспечивают ему связь в качестве ведущего/ведомого в сетях DirectNet и Modbus.

Все контроллеры семейства могут поддерживать связь по протоколу K-sequence. При этом контроллеры являются ведомыми по отношению к подключенным устройствам: ручному программатору ННР, программному обеспечению DirectSOFT, операторским панелям. Кроме того, они могут взаимодействовать и с другими сетями с помощью специализированных модулей.

Скорость обмена через верхний порт (D4-430, D4-440) и порт 0 (D4-450) фиксирована и равна 9600 бод.

Скорость обмена через нижний порт меняется от 300 до 19200 бод.

Скорость обмена контроллера D4-450 через порт1, порт2 и порт3 может достигать 38400 бод.

В сети с последовательным обменом одно устройство является ведущим, а остальные – ведомые. Ведущими в такой сети могут быть:

- процессор D4-450 (по протоколам DirectNET и MODBUS);
- процессоры D4-430/440 с модулем D4-DCM (по протоколу DirectNET);
- процессоры D4-430/440 с модулем F4-MAC-MB (по протоколу MODBUS);
- ПК с ПО DirectLogic или HMI.

Модуль передачи данных D4-DCM используют для придания контроллеру функции **ведущего** по шине DirectNET, **однорангового** узла шины DirectNET (сеть с двумя равноправными контроллерами), **ведомого** по шине MODBUS. В контроллерах DL405 с процессором D4-450, которые имеют порт для взаимодействия с шинами DirectNET и MODBUS в качестве ведущего/ ведомого, модуль DCM позволяет увеличить количество портов, что расширяет возможности контроллера. Модуль D4-DCM поддерживается любым процессором семейства и вставляется в любой слот каркаса процессора (до 7 модулей – дополнительных портов). Модуль D4-DCN способен поддержать до 90 ведомых терминалов.

В семействе DL405 лишь один процессор D4-450 способен функционировать в качестве MODBUS-ведущего. Для расширения возможностей процессоров семейства в сети MODBUS предлагаются ведущий и ведомый сетевые модули, соответственно, F4-MAC-MB и F4-SLV-MB. Ведомый модуль F4-SLV-MB является альтернативным по отношению к решению на базе модуля D4-DCM в ситуациях, когда необходимо подключение к сети MODBUS. Но скорость обмена через этот модуль выше и достигает 115,2 Кбод (рис. 2.5.8).

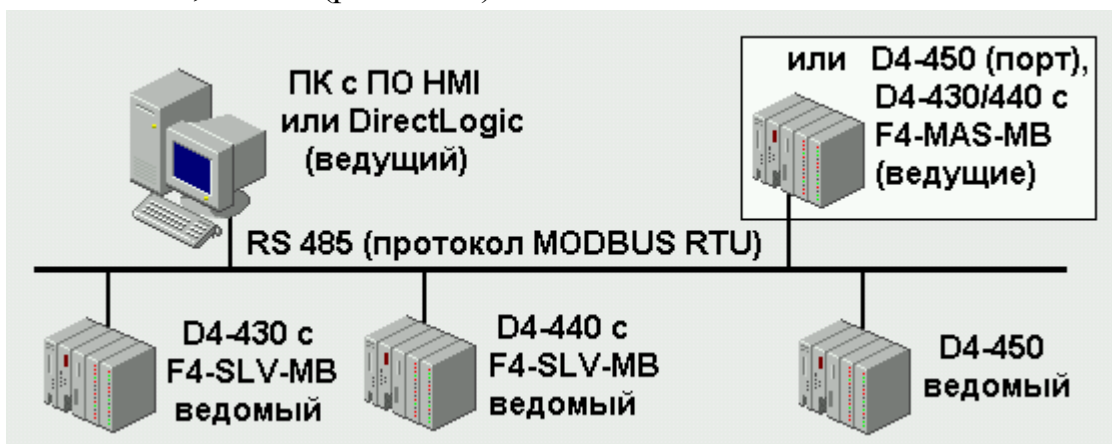


Рис. 2.5.8. Взаимодействие контроллеров DL405 по протоколу MODBUS.

Коммуникационные модули H4-ECOM и H4-ECOM-F позволяют организовать соединение контроллеров в высокоскоростную сеть Ethernet с

равноправными узлами. Скорость обмена информацией по сети – до 10Мбод. Протяженность линии связи достигает 100м с модулем Н4-ЕСОМ и 2000м – с модулем Н4-ЕСОМ-Ф (оптоволокно). Используя повторители, можно удлинить линию связи и увеличить количество узлов.

Соединение контроллеров с персональным компьютером осуществляется посредством стандартного кабеля и концентраторов (HUB).

Архитектуру системы управления на базе персонального компьютера и системы ввода/вывода контроллеров DL405 можно создать, используя контроллеры Ethernet Н4-ЕВС и Н4-ЕВС-Ф. Для подключения одного каркаса ввода/вывода DL405 к сети необходим один контроллер Н4-ЕВС (Н4-ЕВС-Ф), устанавливаемый в слот процессора. Контроллер Н4-ЕВС имеет два порта: RS-232 для подсоединения к программатору и порт для сети Ethernet. Для подключения последующих каркасов ввода/вывода потребуются повторители. Контроллер Н4-ЕВС-Ф имеет порт RS-232 и специальный разъем для оптоволокна (приемник и передатчик), что обеспечивает более простое наращивание узлов сети.

Возможности контроллеров Н4-ЕВС:

- контроллер имеет практически неограниченное число каналов ввода/вывода;
- осуществляет детерминированное обновление каналов ввода/вывода в сетях с выделенными сегментами;
- возможность наращивания сети;
- обновление всех каналов ввода/вывода каркаса за время менее 1 мс;
- имеет встроенный последовательный порт для подключения операторской панели и других устройств.

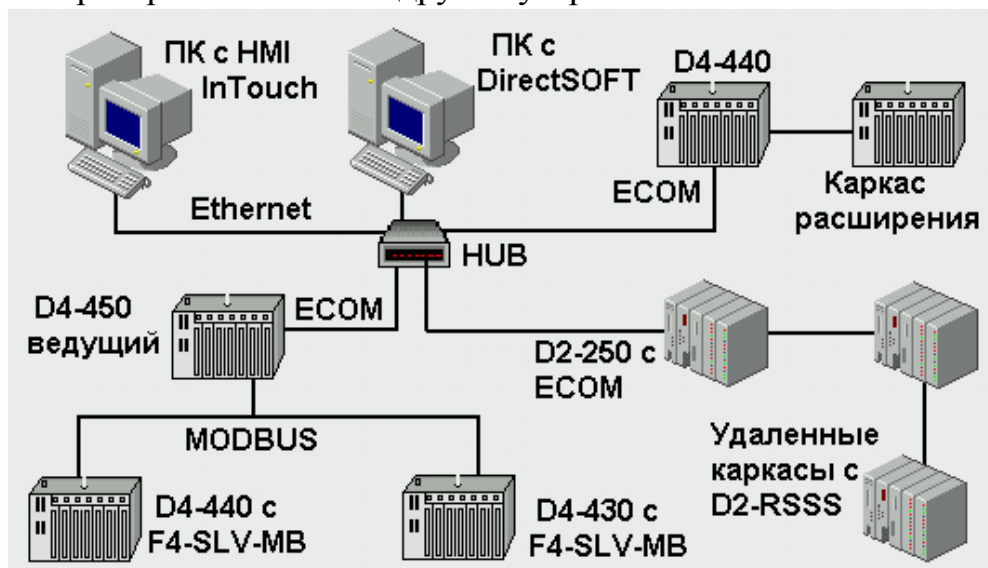


Рис. 2.5.9. Система управления на базе контроллеров DirectLogic.

Обобщенная архитектура системы управления на базе контроллеров DirectLogic представлена на рис. 2.5.9.

Условия эксплуатации:

- температура – от 0 до + 55°С;
- влажность – 30% - 95% без конденсации.

Способы монтажа: на DIN-рейке или на щите.

Размеры контроллеров семейства **DL405**: 293/367/471 x 150 x 111* мм.

- * - размер дан с 8 - и 16 - канальными модулями ввода/вывода;
- 140 мм с 32 - и 64 - канальными модулями ввода/вывода.

Специальные модули.

Специализированный модуль сопроцессора позволяет обеспечить 16 контуров ПИД-регулирования. Эти модули поддерживаются всеми процессорами семейства. В корпусе процессора может быть размещено до шести модулей.

Четырехконтурный контроллер температуры F4-4LTC.

Модуль F4-4LTC обеспечивает функции четырех одноконтурных контроллеров с входами от датчиков температуры (термопар или термометров сопротивления) и управляющими выходами. Выбор типа входа осуществляется посредством переключателя. Выходы контроллера - полупроводниковые (открытый коллектор, 5-26.4В) релейные. Модули поддерживаются всеми процессорами семейства. В корпусе процессора может быть размещено до восьми модулей.

Модуль входов прерываний D4-INT.

D4-INT – 8-канальный модуль прерываний. Он предназначен для событий с высоким приоритетом, которые требуют выполнения специальных операций. Когда такое событие наступает, на модуль приходит импульс постоянного тока. Автоматически в процессор передается команда на прерывание выполнения текущей программы. Программа, выполняемая процессором, прерывается и начинает выполняться программа, соответствующая каналу, в котором это прерывание произошло. По окончании программы процессор автоматически возобновляет прерванную программу и продолжает сканирование до тех пор, пока не поступит следующий сигнал прерывания.

Программирование контроллеров семейства Direct Logic.

Программирование контроллеров осуществляется двумя способами: посредством ручного программатора D2-ННР и с использованием программного обеспечения DirectSOFT.

Программное обеспечение DirectSOFT представлено тремя пакетами:

- PC-PGM-105 - для программирования контроллеров DL05/105;
- PC-PGM-205 - для программирования контроллеров DL205;
- PC-PGMSW- для программирования контроллеров всех семейств

Direct Logic.

Пакеты программ представляют собой 32-битовые приложения, работающие в операционной среде Windows.

Основные характеристики ПО DirectSOFT.

- Редактирование программ:
 - полноэкранный редактирование с применением мыши и пиктограмм;
 - инструментальная панель с набором пиктограмм и горячих клавиш для всех элементов программы;
 - окно перекрестных ссылок;
 - окно редактора памяти для доступа к V - памяти (регистры данных);
 - копирование, вставка и удаление элементов программ, отдельных цепей или групп цепей;
 - поиск программных элементов по имени, адресу, номеру звена или типу инструкции.
- Документирование:
 - редактор документирования на основе сетки для облегчения доступа;
 - подробное описание программных элементов;
 - комментарии к каждой цепи объемом до 20 строк по 69 символов;
 - удаление, копирование и вставка документации из одного программного элемента в другой.
- Отображение на экране:
 - программы в представлении релейно-контактной логики;
 - одновременный просмотр нескольких программ;
 - одновременный просмотр различных частей программы в окнах многооконного экрана;
 - управление размерами окон экрана.
- Установка системных параметров:
 - настройка ПИД-регуляторов в специальных диалоговых окнах;
 - конфигурирование операторской панели DV-1000;
 - установка режима работы контроллера;
 - очистка памяти контроллера;
 - чтение конфигурации ввода/вывода контроллера;
 - установка параметров коммуникационных портов ПЛК, модемов или Ethernet.

- Операции во время работы программы:
 - индикация состояния каналов связи с контроллером;
 - просмотр значений и состояния программных элементов, текущих значений таймеров, счетчиков;
 - задание формата представления данных в окне Data View;
 - наблюдение за работой нескольких контроллеров.
- Поддержка и отладка:
 - автоматическое обнаружение ошибок при вводе программы;
 - проверка синтаксиса программы;
 - контроль периода сканирования контроллера;
 - выполнение диагностики вводов/выводов контроллера;
 - вывод сообщений об ошибках контроллеров.

На рис. 2.5.10 приведена архитектура АСУТП установки подготовки нефти (УПН) Урайского месторождения (НК ЛУКОЙЛ) на базе контроллеров Direct Logic (проект ИНСИСТ АВТОМАТИКА).

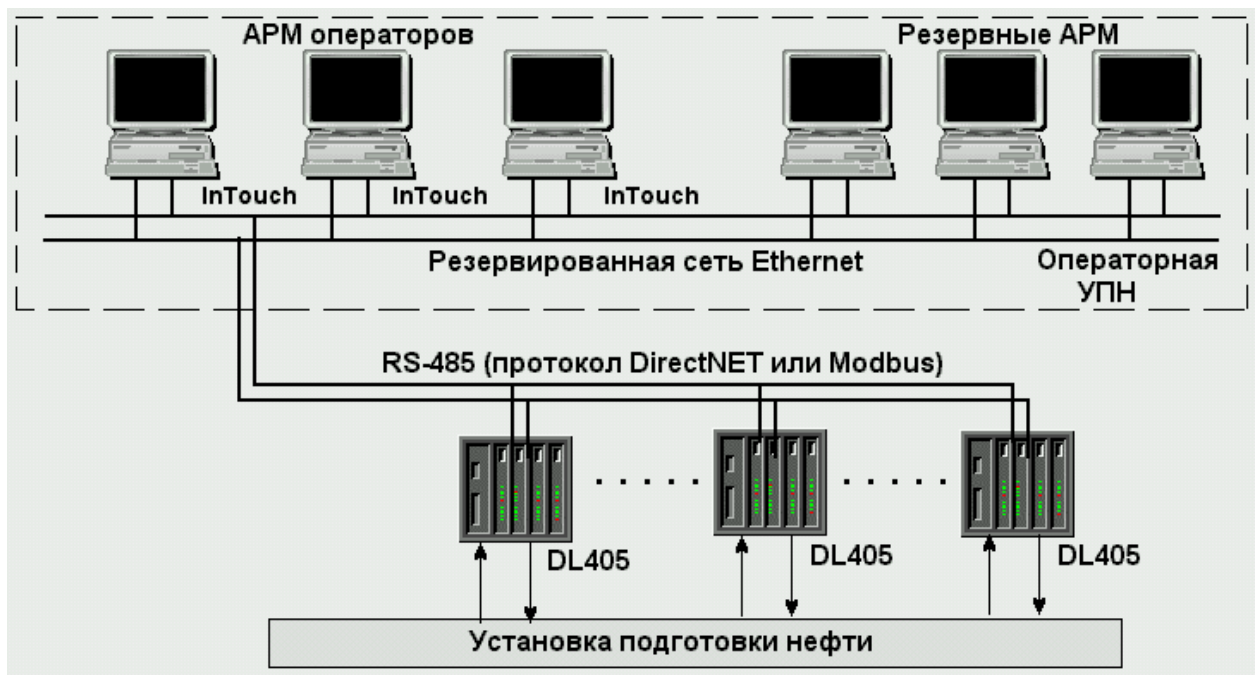


Рис. 2.5.10. Архитектура АСУТП УПН.

Система обеспечивает управление следующим оборудованием УПН:

- буферные емкости и 4 нагревателя нефти;
- [2 газосепаратора](#) и [5 отстойников](#) с регуляторами уровня и давления;
- [3 электродегидратора](#) с регуляторами уровня раздела жидкостей;
- [3 сепаратора КСУ](#) с регуляторами уровня;
- [3 резервуара-отстойника](#) и [2 резервуара тонкой очистки](#) пластовой воды;

- [12 резервуаров товарных парков](#);
- факельные установки [низкого](#) и [высокого](#) давления;
- [20 дренажно-канализационных емкостей с насосами откачки](#);
- [50 насосных агрегатов](#), [4 компрессора](#) и 9 вентиляторов;
- [80 электродвигателей, 31 регулирующийся клапан и узлы учета на потоках жидкости и газа](#);
- [реагентное хозяйство](#), [пункт налива](#) и другие вспомогательные объекты УПН.

11 станций управления ведут защиты и блокировки оборудования, автоматическое управление и регулирование, передавая на станции операторов по дублированным каналам связи (RS-422A/485) данные о технологических процессах и результатах управления и диагностики, а также реализуют дистанционные команды.

Станции управления выполнены на базе контроллеров DL-405 и рассчитаны на обработку 1118 аналоговых и дискретных сигналов, обеспечивают 945 технологических защит и блокировок, содержат 26 регуляторов.

3 дублированные станции оператора - 6 персональных компьютеров в промышленном исполнении с пакетами InTouch 7.1 (Wonderware) под Windows NT Server 4.0 - обеспечивают визуализацию объектов управления, оперативную предупредительную и аварийную сигнализацию, дистанционное управление технологическим оборудованием, архивируют и отображают историю технологических процессов, ведут журналы событий, сигнализаций и команд операторов, рассчитывают и документируют результаты работы УПН.

Станции оператора обеспечивает функции оперативного управления УПН через 106 окон и панелей, поддерживая 2130 сигнализаций и 296 трендов.

2.6. Контроллеры MOSCAD компании MOTOROLA.

Производителем системы MOSCAD является транснациональная компания MOTOROLA - известный разработчик и производитель профессиональных систем связи, передачи данных, а также протоколов систем передачи информации, многие из которых стали промышленными стандартами и используются в случаях повышенных требований к надежности и эффективности.

Аппаратура MOSCAD предназначена, главным образом, для создания систем диспетчерского контроля и управления территориально распределенными объектами: нефте- и газопроводы, системы водоснабжения и электропередачи, системы мониторинга окружающей среды и т. п.

Состав и характеристика системы MOSCAD.

Семейство контроллеров включает три типа контроллеров:

- MOSCAD-M - самый малый контроллер семейства одноплатной конструкции (рис. 6.1). Возможны две конфигурации (базовая/расширенная), отличающиеся количеством подключаемых вводов/выводов и их типом:

- DI - 12/15, 30 VDC, из них два ввода можно использовать, как счетные;
- AI - 0/4 (4-20 мА, 0-5 В, разрешение 12 бит);
- AO - 0/1 (4-20 мА, 0-5 В, разрешение 8 бит);
- DO - 4 релейных (30 VDC, 250 VAC), 4 DO - полевые транзисторы "открытый коллектор" (30VDC).

Питание MOSCAD-M осуществляется от источника постоянного тока 9 - 30В. Имеется отсек для резервной батареи, которая обеспечивает питание контроллера при отсутствии сетевого напряжения. Контроллер может функционировать в режиме энергосбережения. Источник включен только тогда, когда элементы контроллера активированы программой. RTU переходит в "спящий" режим, когда цепи контроллера не функционируют.



Рис. 2.6.1. Контроллер MOSCAD-M.

Характеристика процессора

<i>Процессор</i>	68VZ328
Частота	33 МГц

Флэш	1 Мб
ОЗУ	512 Кб

Контроллер имеет возможность принимать решение по управлению самостоятельно, а затем передает данные на верхний уровень. Типовое применение контроллера - контроль состояния клапанов и насосов и управление ими, контроль уровней катодной защиты трубопроводов, состояния окружающей среды, радиации и т. п.

MOSCAD-M полностью совместим со всеми аппаратными средствами семейства MOSCAD. Он использует протокол связи MDLC и может совместно работать с ними в составе единой системы SCADA.

Коммуникационные возможности:

- порт 1 - RS-485 или RS-232 (конфигурируется программно);
- порт 2 - RS-232;
- порт 3 - радиоканал.

Контроллер легко монтируется на стене, в шкафу или на рейке DIN.

Размеры контроллера: 21,3 x 19,4 x 8,3 см (на 3,8 см вверх выступает антенный разъем).

Модификации контроллера MOSCAD-M:

- F4570 - MOSCAD-M без радио;
- F4571/4572 - MOSCAD-M с встроенным радио;
- F4573/4574/4575 - MOSCAD-M с внешним радио;
- F4580 - MOSCAD-M Plus без радио;
- F4581/4582 - MOSCAD-M Plus с встроенным радио;
- F4583/4584/4585 - MOSCAD-M Plus с внешним радио.

Язык программирования контроллера - "C".

• **MOSCAD-L** - это малый ("облегченный") контроллер системы MOSCAD (рис. 2.6.2). Основное применение контроллера - в качестве удаленного терминального устройства. Контроллер имеет модульную конструкцию и включает блок питания, ЦП (центральный процессор) и три модуля ввода/вывода.

Резервная аккумуляторная батарея закреплена в конструктивно выделенном для нее месте и предназначена для обеспечения работы контроллера при пропадании сетевого напряжения. Зарядка батареи осуществляется автоматически при наличии напряжения в сети через модуль блока питания, к которому она подключена непосредственно кабелем.

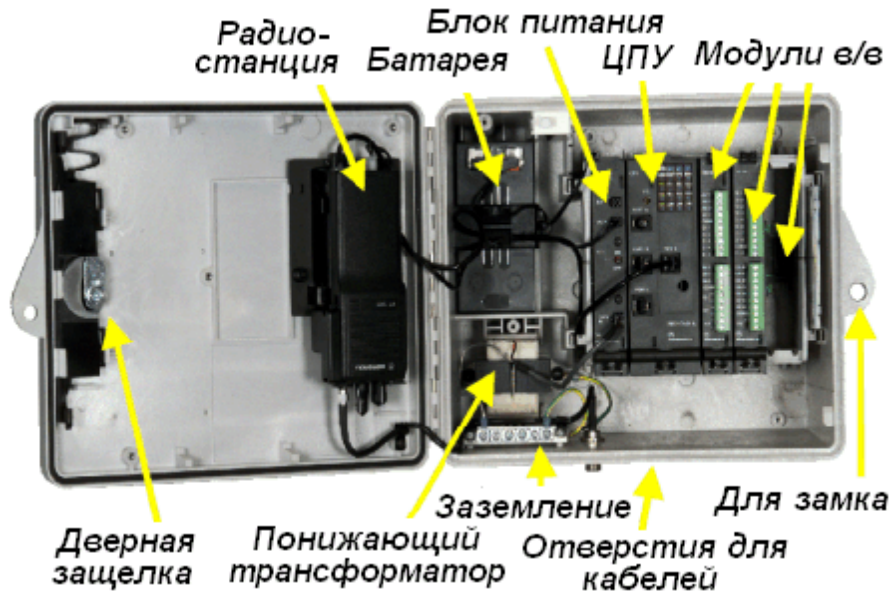


Рис. 2.6.2. Контроллер MOSCAD-L.

Полностью заряженная батарея сохраняет работоспособным стандартный контроллер MOSCAD-L в течение 17 часов при температуре +25°C. При использовании радиостанции время работы от батареи уменьшается с ростом интенсивности передачи данных.

Модуль центрального процессора (ЦПУ) осуществляет управление работой всего контроллера, включая модули ввода/вывода и устанавливается в специально предназначенный для него слот рядом с модулем блока питания (БП). Контроллером MOSCAD-L не поддерживается совместная работа нескольких ЦПУ (резервирование).

В ЦПУ применяется 32 разрядный микропроцессор фирмы Motorola 68LC302 с тактовой частотой 16,6 МГц. ЦПУ содержит 256 Кбайт оперативной и 1024 Кбайт Flash памяти. ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием здесь не используется, поэтому операционная система (ОС) может быть легко обновлена простой загрузкой нового кода во Flash, а не заменой ПЗУ.

В MOSCAD-L процессор находится только в ЦПУ. Поэтому модули ввода/вывода постоянно соединены с ЦПУ через три последовательные шины данных (одна для каждого модуля) на материнской плате. Исходные данные со входов "отражаются" в памяти ЦПУ его менеджером памяти, что делает их доступными приложению командой SCAN. Число мест ввода/вывода в MOSCAD-L конечно и нерасширяемо.

В качестве модулей ввода/вывода могут быть использованы 6AI, 16DI, 8DO и комбинированный модуль Mixed I/O на 8DI, 2AI и 4DO. Максимальные возможности по вводу/выводу: AI -18 (3 x 6), DI - 48 (3 x 16), DO - 24 (3 x 8).

Каждый из 16-ти цифровых входов модуля **16DI** может быть

использован как низкоскоростной счетчик входных импульсов (до 50 Гц). Выходное напряжение 24В может быть использовано для датчиков типа "сухой контакт" или для питания самих датчиков. Все входы имеют гальваническую развязку (5кВ, 100 МОм).

Два аналоговых входа (AI) модуля **Mixed I/O** являются токовыми (4-20мА) с разрядностью преобразования 13 бит. Релейные выходы способны коммутировать нагрузку до 60 Вт.

Модуль **8DO** предоставляет 8 релейных выходов. Реле разбиты на две группы по четыре реле с нормально разомкнутыми контактами и с переключающими. Максимально допустимая коммутируемая нагрузка всех реле - 60Вт (для постоянного тока). Для каждого реле существует обратная связь, характеризующая его состояние и доступная из программы контроллера.

На всех модулях ввода/вывода нет светодиодных индикаторов, отражающих состояния входов/выходов, но для этого могут быть использованы светодиоды ЦПУ.

На передней панели ЦПУ расположены три разъема (четвертый - сменный). Разъемы предназначены для подключения контроллера к другим устройствам. Порт 1 может быть сконфигурирован как 2-х проводной RS-485 или 3-х проводной RS-232; порт 2 - как 7-ми проводной RS-232; порт 3 может не использоваться или в него может быть установлена одна из сменных интерфейсных плат, таких как синхронный или асинхронный RS-232 порт, проводной модем, радиointерфейс.

На ЦПУ расположена **светодиодная матрица** из 20 светодиодов, которая отражает состояние многих ключевых функций модуля. Она может быть переключена нажатием на расположенную рядом кнопку для индикации состояния обмена ЦПУ через порты или состояния установленных модулей ввода/вывода.

В корпусе для монтажа контроллера предусмотрены посадочные места для понижающего трансформатора и резервной аккумуляторной батареи. Батарея предназначена для обеспечения функционирования контроллера при отсутствии сетевого напряжения. Зарядка батареи осуществляется автоматически. Полностью заряженная батарея сохраняет работоспособным стандартный контроллер MOSCAD-L в течение 17 часов при температуре +25°C. При использовании радиостанции время работы контроллера от батареи уменьшается с ростом интенсивности передачи данных.

Контроллер размещается в уменьшенном стальном корпусе NEMA-4 размером 380 x 380 x 210 мм.

- **MOSCAD-RTU** (рис. 2.6.3) - мощный контроллер, поддерживающий большое количество вводов/выводов (максимум 83 модуля, т. е. более 1000 вводов/выводов - зависит от набора модулей).

Количество и состав модулей подбирается под конкретный объект. Основные модули для контроллера **MOSCAD**: 60DI, 16DI плюс 2 счетных входа, 32DO, 16DO, 8DO, 8AI, 4AO, Mixed I/O.

ЦПУ контроллера выполнен на микропроцессоре Motorola 68302. Многозадачная ОС, математическое обеспечение пакетного связного контроллера и пользовательская управляющая программа записываются во Flash-память (1Мб). Текущая информация хранится в ОЗУ (до 1,2 Мб). При необходимости ЦПУ может быть доукомплектован математическим сопроцессором.

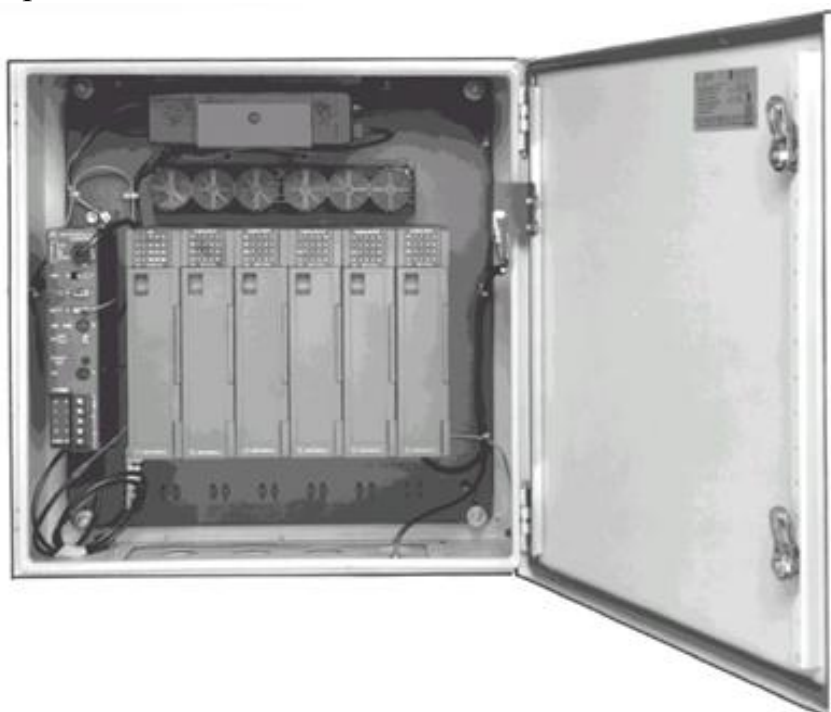


Рис. 2.6.3. Контроллер MOSCAD-RTU в корпусе NEMA.

Вычислительные возможности контроллеров и использование различных модулей ввода /вывода позволяют не только принимать входную информацию и перерабатывать по определенным алгоритмам, а также выполнять функции контроля, управления и аварийной сигнализации состояния любого объекта. Для управления объектами могут использоваться алгоритмы практически любой сложности. В библиотеку функций входят специализированные функции для расчета массовых расходов при использовании расходомеров скоростного напора, массовых и объемных расходов при использовании вертушечных расходомеров, а также функция ПИД-регулирования.

Для связи с внешними устройствами, в том числе и с другими RTU, в модуле ЦПУ имеются три порта:

- порт 1 - RS-485 или RS-232 (конфигурируется программно);
- порт 2 - RS-232;
- порт 3 - сменный интерфейс (выбирается при заказе): радиомодем, линейный модем, RS-232.

Как и все контроллеры семейства, контроллер MOSCAD снабжен резервной аккумуляторной батареей на случай отсутствия сетевого напряжения.

Конструктивно контроллер изготавливается в различных вариантах:

- в корпусе NEMA-4 (до 6 модулей) размером 500 x 500 x 210 мм;
- бескорпусный ("рэковый") вариант для монтажа на 19" стойку.

Имеются стойки для размещения 15 модулей ввода/вывода, а также дополнительный стоечный модуль для получения общего количества в 83 модуля ввода/вывода.

Обмен данными.

Все контроллеры семейства имеют единую систему связи с протоколом обмена MDLC (Motorola Data Link Communication). Каждый контроллер - это ПЛК плюс полнофункциональный пакетный контроллер, способный осуществлять прием, передачу, буферизацию и маршрутизацию пакетов информации в сети MDLC. Протокол позволяет одновременный обмен Host - RTU, RTU - Host, RTU - RTU. При его использовании в системах телемеханики протокол поддерживает:

- интегрированные сети с проводными и беспроводными каналами

связи;

- дистанционный контроль и управление с использованием как процедуры опроса из центра, так и спонтанной передачи информации по инициативе RTU;
- проведение нескольких логических сеансов связи одновременно по одному физическому каналу;
- передачу информации от удаленных КП к нескольким контрольным центрам и передачу информации от КП к КП, если это необходимо;
- технологию "Store & Forward" (запомни и передай дальше) и маршрутизацию пакетов данных, используя пакетные коммуникационные контроллеры ПКК-Р в качестве коммуникационной сети;
- точную временную синхронизацию в системе и посылку информации с временными метками с разрешением 2 мс.

Организация сбора информации в системе программируется разработчиком, используя следующие процедуры:

- циклический опрос из центра (устаревшая технология);
- по расписанию (например, каждые 5 минут);
- по событию - новая технология, позволяющая снизить нагрузку на каналы связи и ускорить доставку информации в системах с большим количеством контроллеров и сложной сетевой архитектурой;
- любой комбинации перечисленных методов.

Информация в системе MOSCAD может передаваться от любого RTU к любому, а не только к Host-компьютеру. Передача происходит сразу, как только в этом возникла необходимость, не дожидаясь запроса из центра, по инициативе каждого RTU, точнее его операционной системы или управляющей программы, написанной пользователем или разработчиком системы. При управлении передачей данных драйвером ОС используется протокол MDLC. Если же передача данных находится под управлением прикладной программы, то может быть реализован практически любой протокол связи с контроллерами и устройствами третьих фирм.

Причем контроллеры могут использовать практически любые каналы связи: телефонные выделенные или коммутируемые линии, кабельные или воздушные линии связи, витые пары, оптоволокно, радиоканал УКВ.

Благодаря наличию в модуле ЦПУ трех портов существует большое количество вариантов взаимодействия контроллеров семейства MOSCAD между собой и с верхним уровнем. Для расширения коммуникационных

возможностей в системе предусмотрены дополнительные модемы:

- проводной модем (несколько модификаций);
- радиомодем MOSCAD 500.

Проводной модем.

MOSCAD RTU может общаться с контроллером верхнего уровня или с себе подобными по проводному каналу (телефонная сеть) посредством модемов. Каждый модем состоит из двух частей: платы электроники и линейного интерфейса. Плата электроники устанавливается в модуле ЦП (вместо радио-интерфейса, т. е. без сохранения радиоканала в RTU, так как линейный интерфейс модема размещается на месте, предназначенном для радиостанции). Источником питания при этом служит питание контроллера, включая и батарею.

Модификация RTU с монтажным шасси предусматривает дополнительное место для линейного интерфейса, что позволяет при необходимости обеспечить как проводную, так и радиосвязь (радиомодем).

Возможны три варианта связи: 2-х проводная или 4-х проводная "точка - точка" и 2-х проводная "точка - многоточка". Взаимодействие контроллеров MOSCAD RTU между собой показано на рис. 2.6.4.

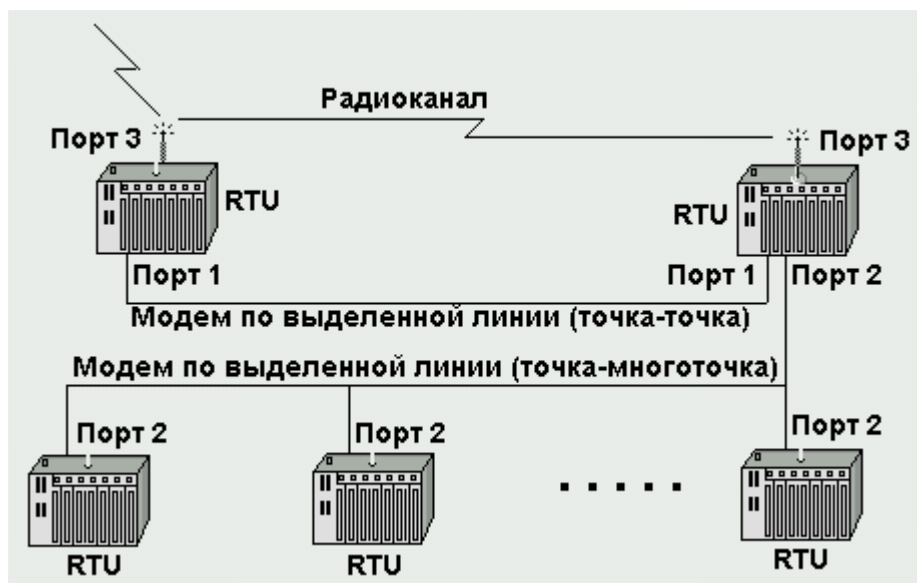


Рис. 2.6.4. Возможные варианты связи контроллеров MOSCAD.

Радиомодем.

Радиомодем MOSCAD 500 размещается в ЦПУ. Радиомодем обеспечивает последовательный (пакетный) обмен данными. Модем принимает данные, формирует пакет до 150 бит, а затем пересылает его по радиоканалу. Приемник распаковывает пакет и посылает полученные данные в подсоединенное устройство. Радиомодем MOSCAD 500 выполнен на

отдельной панели, которая крепится винтами в шкафу. Рабочая температура - от -40 до + 60⁰С.

Связь с верхним уровнем.

Для связи контроллеров семейства MOSCAD со SCADA-компьютером предусмотрен интерфейсный контроллер, в качестве которого может использоваться либо обычный контроллер MOSCAD (без модулей ввода/вывода), называемый FIU, либо один из специальных коммуникационных процессоров: MCP-M или MCP-T.

Коммуникационный процессор MCP-M передает информацию через порт RS-232 по протоколу Modbus. Этот протокол рекомендуется использовать для связи со SCADA-сервером в системах с небольшим количеством RTU (рис. 2.6.5).

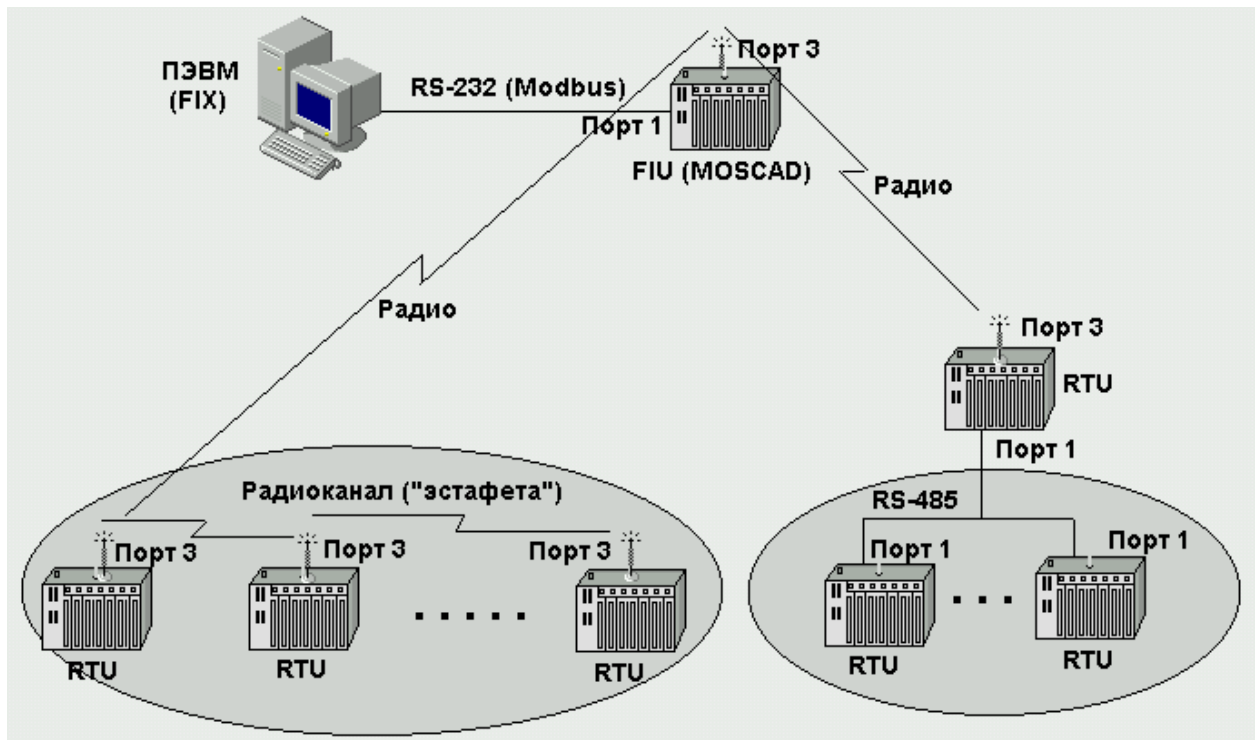


Рис. 2.6.5. Взаимодействие контроллеров со SCADA-сервером через коммуникационный процессор MCP-M по протоколу Modbus.

Коммуникационный процессор MCP-T (Motorola Communication Processor) предназначен для взаимодействия с локальной компьютерной сетью по протоколу TCP/IP. Контроллер снабжен тремя портами, два из которых могут быть использованы для сбора данных с удаленных RTU с различными скоростями. Дополнительные порты связи с локальной сетью можно организовать с помощью аппаратного устройства Terminal Server,

снабдив при этом коммуникационный контроллер специальным программным обеспечением.

Возможно дублирование коммуникационного контроллера с управлением от компьютера.

Характеристики: процессор - 68360, 25 МГц, DRAM- 4 Мб, Флэш- 1 Мб.

Порты:

- порт 1 - Ethernet 10Base-T;
- порт 2 - RS-232 или RS-485 (19,2 Кбит/с);
- порт 3 и порт 4 - для радиосвязи;
- дополнительный терминал-сервер (до 32 портов).

Контроллер монтируется в малом корпусе NEMA (38 x 38 x 21 см).

Условия эксплуатации:

- температура - от 0 до 60⁰С;
- влажность - 0 - 90 %.

На рис. 2.6.6 приведен пример взаимодействия контроллеров MOSCAD с верхним уровнем через коммуникационный процессор MCP-T.

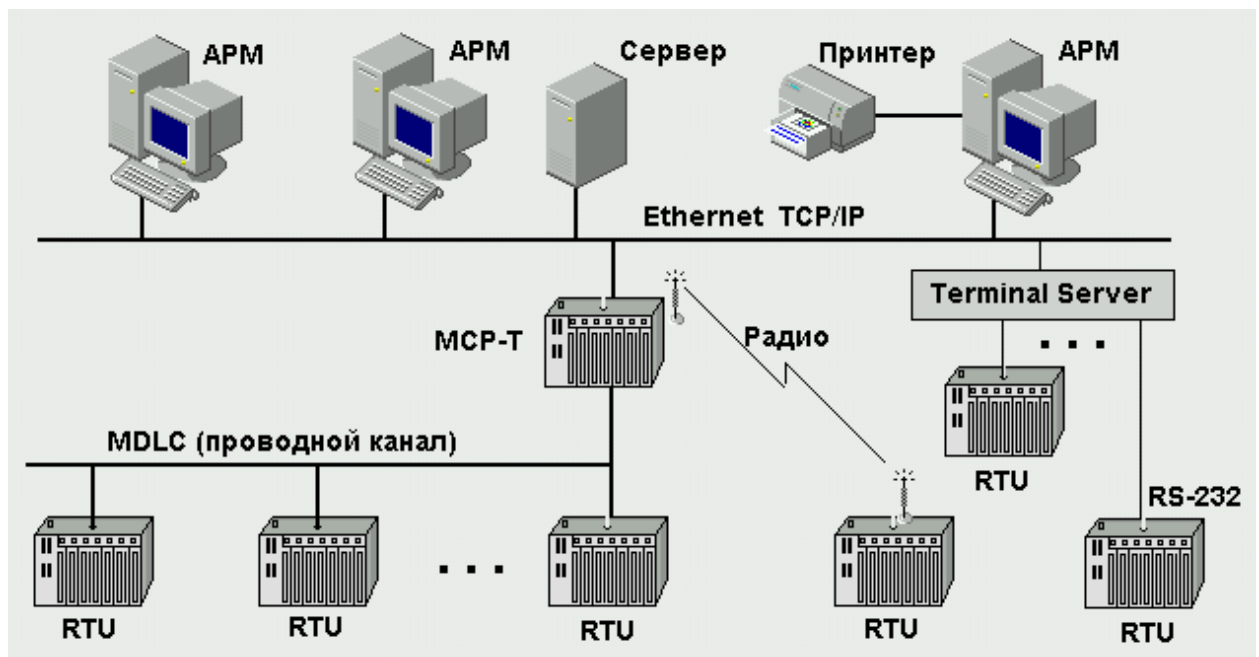


Рис. 2.6.6. Взаимодействие контроллеров MOSCAD с верхним уровнем через

коммуникационный процессор MCP-T по Ethernet TCP/IP.

Диагностика.

Все контроллеры семейства MOSCAD используют встроенные программы самоконтроля для облегчения идентификации и устранения неисправностей. Прикладные программы сами составляют

дефектационную ведомость и передают ее вышестоящей станции. Имеются также диагностические индикаторы на каждом модуле контроллеров.

Расширенная программа самодиагностики контроллеров семейства позволяет формировать аварийные сообщения о неисправности модулей, пропадания сетевого напряжения питания, сбоя в работе прикладных программ и т. д.

Модули ввода/вывода серии РТ-100.

Учитывая ограниченное количество мест для размещения модулей ввода/вывода у контроллера MOSCAD-L, российской фирмой **ВИРА Реалтайм** разработана серия модулей ввода/вывода РТ-100. Каждый модуль представляет собой интеллектуальный ПЛК, предназначенный для взаимодействия с системой. Связь контроллера с модулями осуществляется по последовательному двухпроводному каналу RS-485/232. Модули размещаются рядом с технологическим оборудованием или в шкафу вместе с контроллером. На одну шину можно подсоединить до 32 модулей.

Серия модулей РТ включает:

- РТ-121 – 8ТУ (8DO);
- РТ-124 – 32ТУ (32DO);
- РТ-128 – 64ТУ (64DO);
- РТ-132 – 16ТИ (16AI);
- РТ-134 – 32ТИ (32AI);
- РТ-114 – 32ТС (32DI);
- РТ-118 – 64ТС (64DI);
- РТ-112 – 16ТС (16DI);
- РТ-124Т–128ТУ (128DO);
- РТ-158 – 32ТС/32ТУ (32DI/32DO).

Надежность.

Среднее время наработки на отказ для контроллеров - 15000 часов. Кроме того, предусмотрено горячее резервирование ЦП в контроллерах, а также интерфейсных контроллеров на верхнем уровне.

Предусмотрен переход на альтернативные маршруты доставки информации по резервированным каналам связи.

Условия эксплуатации.

Диапазон рабочих температур, при которых сохраняются все метрологические характеристики контроллеров - от -40 до +60⁰С без дополнительного подогрева. Относительная влажность - до 95% без

образования конденсата. При использовании в опасных условиях необходимо применение внешних искробезопасных барьеров.

Программное обеспечение.

Основными элементами системы MOSCAD являются дистанционные терминальные устройства (RTU), представляющие собой автономные программируемые контроллеры. Вместе с датчиками и исполнительными устройствами они представляют нижний уровень системы управления и решают задачу сбора данных и передачи управлений.

Функционирование RTU осуществляется в соответствии с прикладными (пользовательскими) программами, которые разрабатываются при проектировании системы управления в специализированных пакетах.

Для программирования контроллеров системы MOSCAD используется набор программных средств, известных под названием **ToolBox**. Этот пакет программ создан как единый инструмент, с помощью которого можно локально и дистанционно **программировать** контроллеры и **задавать все функции** системы.

Пакет программ **ToolBox** размещается на IBM - совместимом персональном компьютере, который может быть соединен с RTU локально посредством RS-232 или дистанционно по каналам связи системы MOSCAD.

Пакет **ToolBox** позволяет создавать программы управления объектами, загружать их в RTU/FIU и служит исходным уровнем отладки программ.

Пакет программ обеспечивает:

- конфигурирование RTU - определение модулей ввода/вывода, смонтированных в RTU, портов и адреса RTU;
- конфигурирование сети - определение структуры связи в сети;
- программирование (создание базы данных и разработка программ функционирования RTU).

Кроме этого пакет обеспечивает выполнение следующих функций в любом RTU через локальную связь или через коммуникационную сеть:

- загрузку в RTU прикладной программы и конфигурацию сети;
- мониторинг и наладку прикладной программы (включая базу данных) в реальном времени с использованием текстового (графического) интерфейса;
- тестирование всех модулей аппаратуры;
- тестирование радиоканалов;
- диагностику программного обеспечения RTU;
- синхронизацию системного времени;
- анализ 7 - уровневого протокола обмена данными (MDLC).

Прикладная программа RTU создается с использованием символического усовершенствованного языка лестничных диаграмм.

Интерфейс диспетчера/оператора в системах управления, построенных на базе контроллеров MOSCAD, может быть реализован в SCADA-пакете **iFIX** фирмы Intellution.

Основные характеристики пакета iFIX.

- Горячее резервирование и автоматическое переключение серверов, обеспечивающее в случае отказа основного узла оперативное переключение на резервный сервер или на резервную локальную сеть.
- Большие возможности по работе с тревогами и организации журналов тревожных сообщений системы.
- Многоуровневая система защиты, в том числе возможность использования средств защиты Windows NT.
- Распределенная база данных, позволяющая с любого рабочего места оператора получить доступ к информации на любом сервере.
- Поддержка стандартных технологий и протоколов обмена данными: OPC-клиент/сервер, DDE, SQL ODBC, COM/DCOM, OLE DB, ActiveX.
- Наличие ODBC-драйверов к базе данных истории и базе данных реального времени iFIX, позволяющих получить доступ к ним из Access, MS SQL Server, Oracle, генератора отчетов Crystal Reports и др.
- Простой и быстрый доступ к данным по OLE DB с помощью VisiconX - объекта ActiveX.
- Объектно-ориентированная графика.
- Архивирование данных и просмотр данных истории, тренды истории и тренды реального времени.
- Обширный каталог высокопроизводительных драйверов ввода/вывода и для широко распространенных, и для специализированных ПЛК.
- Быстрая разработка и расширение приложений благодаря мощным средствам разработки (интегрированная оболочка разработки Intellution Workspace) с большими возможностями для анимации объектов.
- Интеграция с системами верхнего уровня управления MES и ERP.
- Наличие модуля истории Advanced Historian.
- Интеграция с прикладными программами третьих сторон благодаря реализованной архитектуре Plug and Solve.
- Возможность построения прикладных программ в режиме “on-line” без прерывания выполнения текущих операций и перезагрузки компьютера.

- Механизм создания и тиражирования настраиваемых заготовок объектов (Dynamo).
- Поддержка встроенного языка программирования Visual Basic for Applications (VBA) компании Microsoft.
- Возможность составлять расписания действий по событиям или по времени.
- Возможность подбирать оптимальную конфигурацию узлов, так как доступны различные варианты поставки ПО (серверные пакеты с ограничением точек ввода/вывода, клиент с возможностью управления, клиент без возможности управления и профессиональный клиент).

На рис. 2.6.7 приведен пример применения системы MOSCAD при автоматизации процессов транспорта нефти.

Объектом является нефтепровод подключения площадки нефтяного месторождения к нефтеперекачивающей станции. Он включает линейную часть с линейными задвижками и узел учета нефти.

Структура имеет два уровня. На нижнем уровне расположены контроллеры нижнего уровня MOSCAD RTU (RTU №1-4). Верхний уровень включает коммуникационный контроллер FIU и ПЭВМ с программным обеспечением SCADA. Передача информации осуществляется по радиоканалу. Контроллеры RTU №2 и RTU №3, помимо основных функций, выполняют дополнительно функции ретрансляторов. В одном случае RTU №1 и №2 располагаются недалеко друг от друга, но первый контроллер не может передавать напрямую информацию на RTU №3. Поэтому первый и второй контроллер связаны по интерфейсу RS-485, и информация передается через RTU №2. Во другом случае RTU №2 и коммуникационный контроллер находятся в разных радиозонах и контроллер не может напрямую передавать информацию на верхний уровень. Поэтому информация ретранслируется через RTU №3.

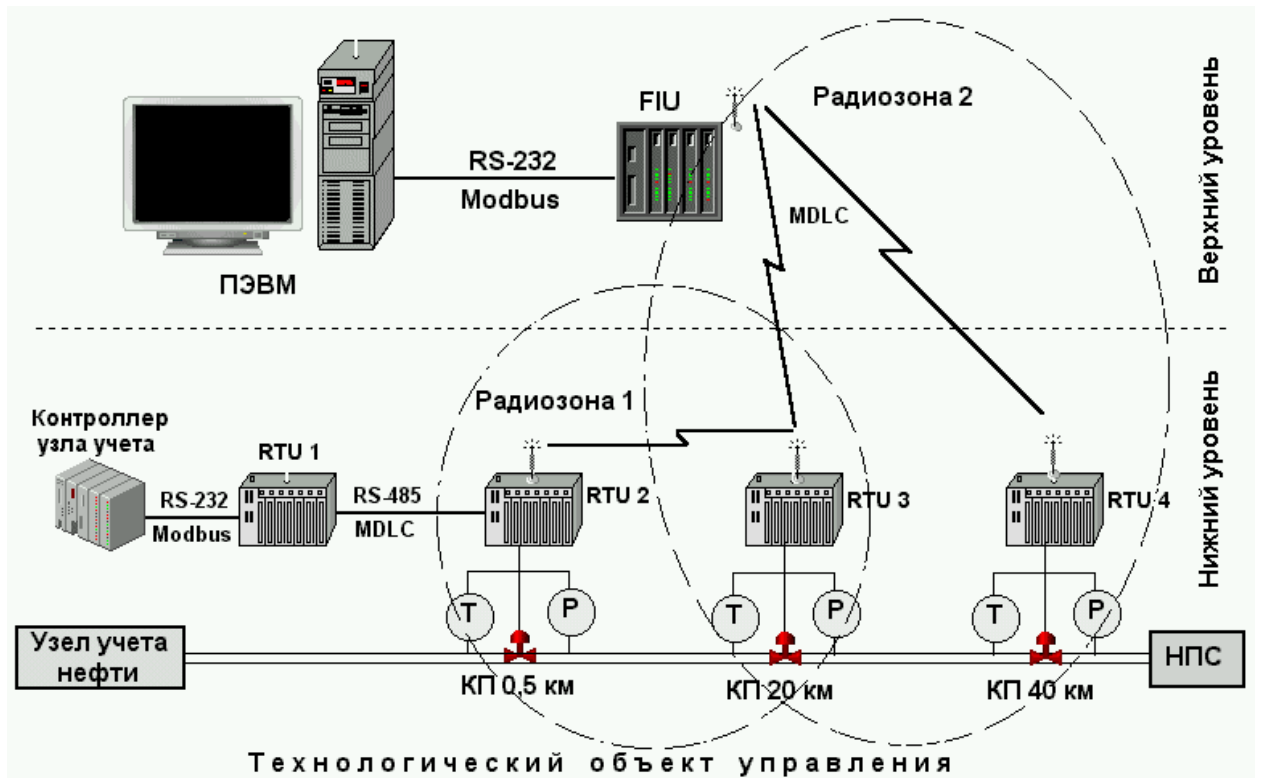


Рис. 2.6.7. Система управления участком нефтепровода с узлом учета нефти на базе контроллеров MOSCAD.

Контроллер RTU №1 установлен на узле учета нефти и подключен по интерфейсу RS-232 (протокол MODBUS) к системе управления узлом учета нефти. Контроллер не имеет модулей ввода/вывода и реализует следующие функции:

- сбор текущей информации с узла учета нефти:
 - состояние задвижек;
 - состояние насосов;
 - температура, плотность, давление, расходы объемные и массовые по ниткам узла;
 - плотность, приведенная плотность, вязкость, влагосодержание нефти на блоке качества нефти;
 - температура, давление и расход нефти на выходе с узла учета нефти;
 - уровень, объем и масса нефти в резервуарах хранения нефти.
- считывание параметров на каждые 2 часа, смену и сутки по узлу учета нефти;
- считывание параметров по паспорту качества партии нефти, акту приема-сдачи и акту приема-сдачи нефти по маршрутным поручениям;
- обработка информации и передача ее на верхний уровень.

Контроллеры RTU №2-4 установлены на линейной части нефтепровода в специальных блок-боксах. Они включают модули ввода/вывода и имеют следующие функции:

- сбор текущей информации:
 - ✓ состояние задвижки (открыта, закрыта, промежуточное положение, неисправность, открывается, закрывается);
 - ✓ режим управления задвижкой (местный, дистанционный);
 - ✓ контроль прохождения скребка;
 - ✓ контроль несанкционированного проникновения в блок-бокс и колодец установки датчиков;
 - ✓ контроль наличия основного питания и переход на аккумуляторные батареи;
 - ✓ измерение температуры нефти, давления нефти, потенциала на трубе;
 - ✓ измерение температуры в блок-боксе;
- преобразование измерений в код;
- диагностика модулей ввода/вывода;
- прием подготовительных и подтверждающих команд управления задвижкой (открыть, закрыть), команды останова задвижки, команды аварийного останова участка, команды деблокировки сигналов и выдачи команд на технологический объект;
- алгоритм контроля несанкционированного изменения положения задвижки;
- алгоритм управления задвижкой с контролем подготовки задвижки к управлению, с контролем выполнения команды и формирования стадии выполнения алгоритма (команда принята; задвижка уже открыта, закрыта, открывается, закрывается; некорректная команда, задвижка обесточена, задвижка в местном режиме управления; подтверждение открытия/закрытия не пришло; задвижка не пошла; команда открытия/закрытия не выполнена);
- передача данных на верхний уровень при изменении сигналов и при изменении измерений на заданную дельту;

Коммуникационный контроллер верхнего уровня FIU осуществляет прием информации с нижнего уровня и передачу ее в ПЭВМ по запросу MODBUS и осуществляет диагностику контроллеров нижнего уровня.

2.7. Контроллеры фирмы PEP Modular Computers.

Фирма PEP Modular Computer (Германия) образована в 1975 году и имеет большой опыт в обеспечении высокотехнологичных решений для промышленной автоматизации, особенно для рынка встроенных систем реального времени.

Продукция фирмы имеет два исполнения: с рабочим температурным диапазоном 0-70°C и -40°C - +85°C. Оборудование, производимое фирмой, имеет сертификат Госстандарта России как средство измерения и Разрешение Госгортехнадзора для применения в автоматизации опасных объектов.

2.7.1. Контроллеры SMART.

Контроллер SMART предназначен для построения простых систем управления для объектов с небольшим числом каналов ввода/вывода (до 100) и невысокими требованиями к скорости сбора и обработки информации.

Контроллеры имеют модульную конструкцию и компонуются из блоков, которые монтируются на DIN - рейке. В каждом из блоков может располагаться до 3-х функциональных модулей. Максимально возможное число блоков - 5, соответственно, максимальное количество модулей в контроллере - 15. Несколько контроллеров SMART могут быть связаны между собой и с другими контроллерами промышленной сетью PROFIBUS, MODBUS или CAN.



В состав контроллера могут входить следующие блоки:

- SMART-BASE - процессорный блок (MC68302) с источником питания и тремя слотами для модулей ввода/вывода;
- SMART-EXT - блок расширения на 2 слота для применения с процессорным блоком SMART-BASE;
- SMART2-BASE - базовый блок/блок расширения на 3 слота;
- SM2-CPU - процессорный модуль (MC68LC302).

Характеристика процессоров

Микропроцессор	MC68302	MC68LC302
Частота, МГц	20	20
DRAM, Кб	512	512
SRAM, Кб	64	256
Flash, Мб	1-2	1
Порты	RS-232, RS-485, Profibus	RS-232, Profibus, CAN

Контроллеры SMART имеют в своем составе большой набор модулей дискретного и аналогового ввода/вывода различных типов и уровней сигналов. Это позволяет контроллерам взаимодействовать с широким кругом исполнительных устройств и датчиков различных технологических параметров.

Коммуникационные возможности.

Взаимодействие с программно-аппаратными средствами системы управления в контроллере SMART реализуется через порты процессора и с помощью модулей последовательных интерфейсов и контроллеров промышленных и локальных сетей:

- SM-RS-232 - интерфейс RS-232 (Tx, Rx, RTS, CTS);
- SM-RS-232I - интерфейс RS-232 с оптической развязкой;
- SM-2RS-232I - двухканальный интерфейс RS232 с оптической развязкой;
- SM-RS-422I - интерфейс RS-422 с оптической развязкой;
- SM-RS-485I - интерфейс RS-485 с оптической развязкой;
- SM-TM2 - двухканальный интерфейс телемеханики с резервированием приемника. Физический интерфейс RS-232C или RS-422, локальный микроконтроллер, поддерживаемые протоколы: TM512, RPT, UTM и др.;
- SM-TM2 - четырёхканальный интерфейс телемеханики, резервирование приёмника, физический интерфейс RS-232C;
- SM2-CAN - контроллер CAN;
- SM2-DP - контроллер Profibus-DP;
- SM2-ETH - контроллер Ethernet.

Условия эксплуатации:

- диапазон рабочих температур:
от 0 до +70 °С; от -25 до +75°С; от -40 до +85 °С;
- без дополнительного охлаждения;
- относительная влажность до 95% без конденсата.

2.7.2. Контроллер IUC.

Контроллер IUC (Intelligent Universal Controller) предназначен для построения систем управления с числом каналов до 300 и средним уровнем производительности по сбору и обработке информации.

Контроллер комплектуется из модулей, размещенных в крейте с блоком питания на 24В и объединенных стандартной открытой шиной **СХС** (Controller eXtension Connector). Максимальное количество модулей в крейте - 8 (процессор и 7 модулей ввода/вывода). Имеются крейты



на 5 слотов. Несколько контроллеров могут быть связаны между собой и с другими контроллерами промышленной сетью Profibus, CAN (Controller Area Network) или Ethernet.

В семействе контроллеров IUC имеется два процессорных модуля: MPC860T и MC68(EN)360.

Характеристика процессоров

Микропроцессор	MPC860T	MC68LC302
Частота, МГц	80	22/33
DRAM, Мб	-	1/2/16/32
SRAM, Мб	1	1
Flash, Мб	1/2	1/4
Порты	RS-232, RS-485, Ethernet	RS-232, RS-485, Ethernet

Кроме поддержки широкого набора модулей дискретного и аналогового ввода/вывода различных типов и уровней сигналов контроллер IUC поддерживает и мезонинную технологию. Имеются платы-носители на 2 мезонин-модуля. В номенклатуре мезонин-модулей для контроллера IUC представлены, в основном, модули ввода/вывода, но имеются и интерфейсные модули.

Мезонин-модули ModPack и платы их носителей	
CXM-IMOD	Носитель на 2 мезонин-модуля ModPack.
PB-DIN3	20DI уровня 24VDC.
PB-DOU2	16DO уровня 24VDC (1 A)
PB-DIO3	10DI уровня 24VDC, 10DO уровня 24VDC (100 mA)
PB-REL	8DO релейных 175VDC (250 mA)
PB-ADC3	8AI уровней 0-5В, 0-10В, ±5В, ±10В, 0-20 mA, 12бит
PB-DAC3	4АО уровней 0-10В, ±10В, 0-20 mA, 12бит
PB-CNT2	3 счетчика 24 разряда 300КГц, выход 24VDC
PB-TIM2	3 таймера (16+8) разрядов 300КГц, выход 24VDC
PB-SIO4A	4 x RS-485/232 с оптоизоляцией

Коммуникационные возможности.

Взаимодействие с компонентами системы управления контроллер IUC осуществляет через встроенные порты процессора (см. характеристики процессора) и с помощью интерфейсных модулей.

Модули контроллеров последовательных интерфейсов и промышленных сетей:

- CXM-SIO3/6 - 3 (SIO3) или 6 (SIO6) каналов RS-232/422/485;
- CXM-SCC - 1 RS-232, микропроцессор 68302;
- CXM-PFB12 - контроллер Profibus на базе чипа Siemens ASPC-2, Profibus-FMS или DP до 12 Мбит/сек; физический интерфейс RS-485, оптоизоляция 1000V;
- CXM-CAN - контроллер CANbus для CXM-FM (1 MBd), оптоизоляция, физический интерфейс - ISC 11898;
- CXM-FM - контроллер Profibus или CAN со сменными мезонинами на базе чипов Siemens SPC3 (Profibus-DP slave) и Philips SJA1000 (CAN master и slave), физический интерфейс - ISO 11898 (CAN), RS-485 (Profibus);
- CXM-DP - контроллер Profibus-DP для CXM-FM (12 MBd), оптоизолированный RS-485.

Условия эксплуатации:

- диапазон рабочих температур:
от 0 до +70°C (стандартный), от -40 до +85°C (расширенный);
- без дополнительного охлаждения;
- относительная влажность до 95% без конденсата.

2.7.3. Контроллеры на базе шины VME.

Аппаратура в стандарте VME (магистрально-модульная архитектура) предназначена для построения многоканальных, высокопроизводительных программируемых контроллеров.

Контроллеры на базе шины VME компонуются из модулей, размещенных в крейтах с блоком питания. В формате 3U и 6U имеются следующие типы крейтов:

- ASM3-VME - крейт в формате 3U на 7, 12 или 15 слотов, источник питания 90W 120/230VAC, места для дисководов HD и FD;
- VME9300 - крейт ASM3-VME с процессорным модулем, модулем контроллера Profibus, HDD и FDD;
- ASM6-VME – крейт в формате 6U на 15 слотов, источник питания 180W 120/240VAC.



Имеется большой набор процессорных модулей для форматов 3U и 6U.

Процессорные модули 68К формата VME 3U

Процессорные модули	VM62	VM42	VM30	VSBC-32	VSBC-4
Микро процессор	MC68060	MC68040	MC68030	MC68EN360	MC68302
Частота, МГц	50/66	33/40	40	25/33	20
DRAM, Мб	1 - 64	1 - 64	1 - 32	1 - 64	-
SRAM, Мб	1	1	1	1	1
Flash, Мб	1/4	1/4	1/4	1/4	-
EPROM, Мб	-	-	1	1	1
Порты	2 x RS-232 Ethernet (RS-485) мезонин СХС	2 x RS-232 Ethernet (RS-485) мезонин СХС	RS-232 или RS-422 или RS-485	2 x RS-232 Ethernet (RS-485)	RS-232 или RS-422 или RS-485

Процессорные модули 68К формата VME 6U

Процессорные модули	MVME172/162	VM662/642	VM172/162
Микро-процессор	MC68060/ MC68040	MC68060/ MC68040	MC68060/ MC68040
Частота, МГц	-	50/66	20
DRAM, Мб	4/8/16/32	1/4/8/16/32/64	1/4/8/16/32/64
SRAM, Кб	128/512	256 /1024	256/1024
Flash, Мб	1/2	1/4	1/4
EPROM, Кб	-	512	1024
Порты	2/4 x RS-232 Ethernet мезонин (4 слота) IndustryPack	5 x RS-232 Ethernet мезонин ModPack	4 x RS-232 Ethernet мезонин (2 слота) IndustryPack

Процессорные модули Power PC формата VME 6U

Процессорные модули	MVME2300	MVME2400	MVME2100
Микро-процессор	MPC603/604	MPC750	MPC8240
Частота, МГц	200/300	233/500	200/250
SDRAM, Мб	16/32/64/128	32/64/128/256	32/64

Flash, Мб	5	9	5/9
Порты	1 x RS-232 Ethernet 10/100 мезонин (2 слота) PMC	1 x RS-232 Ethernet 10/100 мезонин (2 слота) PMC	1 x RS-232 Ethernet мезонин (2 слота) PMC

Процессорные модули Pentium/AMD формата VME 6U

Процессорные модули	VMIVME-7592	VMIVME-7695	VMIVME-7696	VMIVME-7697
Микро процессор	Pentium MMX/AMD	Pentium II	<i>Pentium II</i>	<i>Celeron</i>
Частота, МГц	233/333	333	450	500
SDRAM, Мб	256	256	256	256
Flash, Мб	72	72	8-48	190
Порты	Ethernet 10BaseT/TX 2xCOM, LPT, мезонин PMC SVGA	Ethernet 10BaseT/TX 2xCOM, LPT мезонин PMC SVGA	Ethernet 10BaseT/TX 2xCOM, LPT мезонин PMC SVGA	Ethernet 10BaseT/TX 2xCOM, LPT мезонин PMC SVGA

Контроллеры на базе шины VME 3U поддерживают достаточно широкий набор модулей ввода/вывода, устанавливаемых в слоты крейта. В то же время, в системе имеются мезонинные модули ввода/вывода, устанавливаемые на платах-носителях.

Контроллеры формата VME 6U поддерживают ввод/вывод с помощью плат-носителей мезонинных модулей.

В номенклатуре мезонин – модулей для контроллеров VME представлены как модули ввода/вывода, так и процессорные модули.

Характеристика модулей формата VME 3U

Код по каталогу	Описание модулей
Дискретный ввод/вывод	
VDIN	16DI уровня 24 VDC
VDOUT	16DO уровня 60 VDC (500 мА)
VDOUT-2	16DO уровня 60 VDC (2 А)

Аналоговый ввод/вывод	
VADI-3	16AI дифференциальных уровня 0-10В, $\pm 5/10В$, 0-20 мА, с термосопротивлений PT100, с термопар, 16 бит
VADI-4	8AI дифференциальных (16 однопроводных) уровня 0-5/10В, $\pm 10В$, 0-20мА, 12 бит
VDAD	8AI дифференциальных (16 однопроводных) уровня 0-10В, $\pm 5/10В$, 4АО уровня 0-10В, $\pm 5/10В$, 12 бит
VIMC	8DI уровня 24VDC, 4DO уровня 24VDC (500 мА), 2АО 12 бит
Платы носителей для мезонинных модулей	
VMOD-2/2D	Носитель ModPack на 2 слота, ввод/вывод через переднюю панель
VIPC-310	Носитель IndustryPack на 2 слота одинарной/один слот двойной ширины, VME slave A24/D16
VIPC360	Интеллектуальный носитель IndustryPack на 2 слота одинарной/один слот двойной ширины, локальный микропроцессор MC68EN360 32МГц, двухпортовые DRAM, SRAM и FLASH

Платы носителей для мезонин-модулей (VME 6U):

- VMOD-4D - носитель ModPack на 4 слота, VME slave A24/A16:D16/D8;
- VIPC-610/6/8 - носитель IndustryPack на 4 слота одинарной/2 слота двойной ширины, VME slave A32/24/16:D16;
- PMCspan - носитель PMC на 2 слота (для процессорных модулей PowerPC MCG).

Коммуникационные возможности.

Взаимодействие с компонентами системы управления контроллеры VME осуществляют через встроенные порты процессоров (см. характеристики процессоров) и с помощью модулей контроллеров промышленных и локальных сетей.

Контроллеры промышленных, локальных и других сетей (VME 3U):

- VPFB - контроллер Profibus на базе чипа Siemens ASPC-2, FMS и DP до 12Мбит/с (локальный микропроцессор MC68360);
- VME-FM - контроллер Profibus или CAN со сменными мезонинами на базе чипов Siemens SPC3 (Profibus-DP slave) и Philips SJA1000 (CAN master и slave), физический интерфейс - ISO 11898 (CAN), RS-485 (Profibus);

- VIBS-S - контроллер Interbus-S на базе чипа Phoenix Contact SUP1 II/III, локальный микропроцессор MC68331;
- VLAN - контроллер Ethernet.

Контроллер промышленных сетей (VME 6U):

- V6PFB - двухканальный контроллер Profibus на базе чипов Siemens ASPC-2, Profibus-FMS/DP до 12 Мбит/с (локальный микропроцессор MC68360), физический интерфейс - RS-485 с оптоизоляцией.

Размеры модулей:

- формата 3U (В x Г) - 100 x 160 мм;
- формата 6U - 233 x 160 мм.

2.7.4. Программирование контроллеров.

Программирование контроллеров фирмы PEP Modular Computer осуществляется в универсальном пакете ISaGRAF.

Система ISaGRAF состоит из двух частей: системы разработки ISaGRAF - Workbench и системы исполнения ISaGRAF - Target. Система разработки представляет собой набор Windows-приложений, интегрированных в единую инструментальную среду и работающих под ОС Windows 95/98/NT.

Основу системы исполнения составляет набор программных модулей (для каждой целевой системы - свой), выполняющих самостоятельные задачи под управлением т. н. ядра ISaGRAF.

Ядро ISaGRAF реализует поддержку стандартных языков программирования, типового набора функций и функциональных блоков и драйверов ввода/вывода. Задача связи обеспечивает поддержку процедуры загрузки пользовательского ISaGRAF-приложения со стороны программируемого контроллера, а также доступ к рабочим переменным этого приложения со стороны отладчика системы разработки ISaGRAF.

Взаимодействие систем разработки и исполнения осуществляется по протоколу MODBUS, что дает возможность доступа к данным контроллера не только отладчику ISaGRAF, но и любой системе визуализации и управления данными (SCADA). Драйверы устройств сопряжения с объектом организуют прозрачный доступ к аппаратуре ввода/вывода. Функции пользователя реализуют процедуры и алгоритмы функций, не представленные в стандартном варианте поставки системы ISaGRAF.

В ISaGRAF заложена методология структурного программирования, позволяющая пользователю представить автоматизируемый процесс в наиболее легкой и понятной форме. Стандартом МЭК 61131-3 определяется пять языков: три графических (SFC, FBD, LD) и два текстовых (ST, IL). Помимо этих языков, ISaGRAF предлагает язык блок-схем (FlowChart). Все

эти языки программирования интегрированы в единую инструментальную среду и работают с едиными объектами данных.

Основные возможности ISaGRAF:

- поддержка всех пяти языков стандарта МЭК 61131-3 плюс реализация языка Flow Chart как средства описания диаграмм состояний. При этом ISaGRAF позволяет смешивать программы и процедуры, написанные на разных языках, а также вставлять кодовые последовательности из одного языка в коды, написанные на другом языке;
- наличие многофункционального отладчика, позволяющего во время работы прикладной задачи просматривать состояние программного кода, переменных, программ и многое другое;
- поддержка различных протоколов промышленных сетей;
- реализация опций, обеспечивающих открытость системы для доступа к внутренним структурам данных прикладной ISaGRAF-задачи, а также возможность разработки драйверов для модулей ввода/ вывода, разработанных самим пользователем, и возможность переноса ядра ISaGRAF на любую аппаратно-программную платформу;
- набор драйверов для работы с различными модулями УСО под управлением контроллеров различных фирм-производителей: PEP Modular Computers, Motorola Computer Group и др.;
- наличие дополнительных интерактивных редакторов для описания переменных, констант и конфигураций ввода/вывода;
- встроенные средства контроля за внесением изменений в программный код ISaGRAF-приложения и печати отчетов по разработанному проекту с большой степенью детализации, включая печать таблиц перекрестных ссылок для программ и отдельных переменных;
- полное документирование этапов разработки. Помимо общих существуют специфические функции, реализованные на конкретных аппаратно-программных платформах, реализуемые фирмами-поставщиками. Так, например, фирма PEP Modular Computers (Германия) реализовала и интегрировала в среду ISaGRAF поддержку ряда промышленных сетей (PROFIBUS, CAN) и пользователь, имея одну систему разработки ISaGRAF, может не только запрограммировать логику работы контроллера, но и задать потоки данных между контроллерами.

На рис. 2.7.1 представлена система автоматизации цехового уровня - система КС «Алмазная» ПермТрансГаз, построенной на базе комплекса

технических средств фирмы **PEP Modular Computer**. Набор обязательных функций системы:

- прием, обработка и передача информации из/в контроллеры нижнего уровня;
- решение всех задач человеко-машинного интерфейса;
- ведение и анализ архивов;
- ведение и анализ аварийных трендов;
- обмен информацией с вышестоящим уровнем (уровнем станции);
- создание всех необходимых эксплуатационному персоналу отчетных документов;
- решение задач, связанных со всеми аварийными и предупредительными сигналами в системе;
- решение всех расчетных задач.

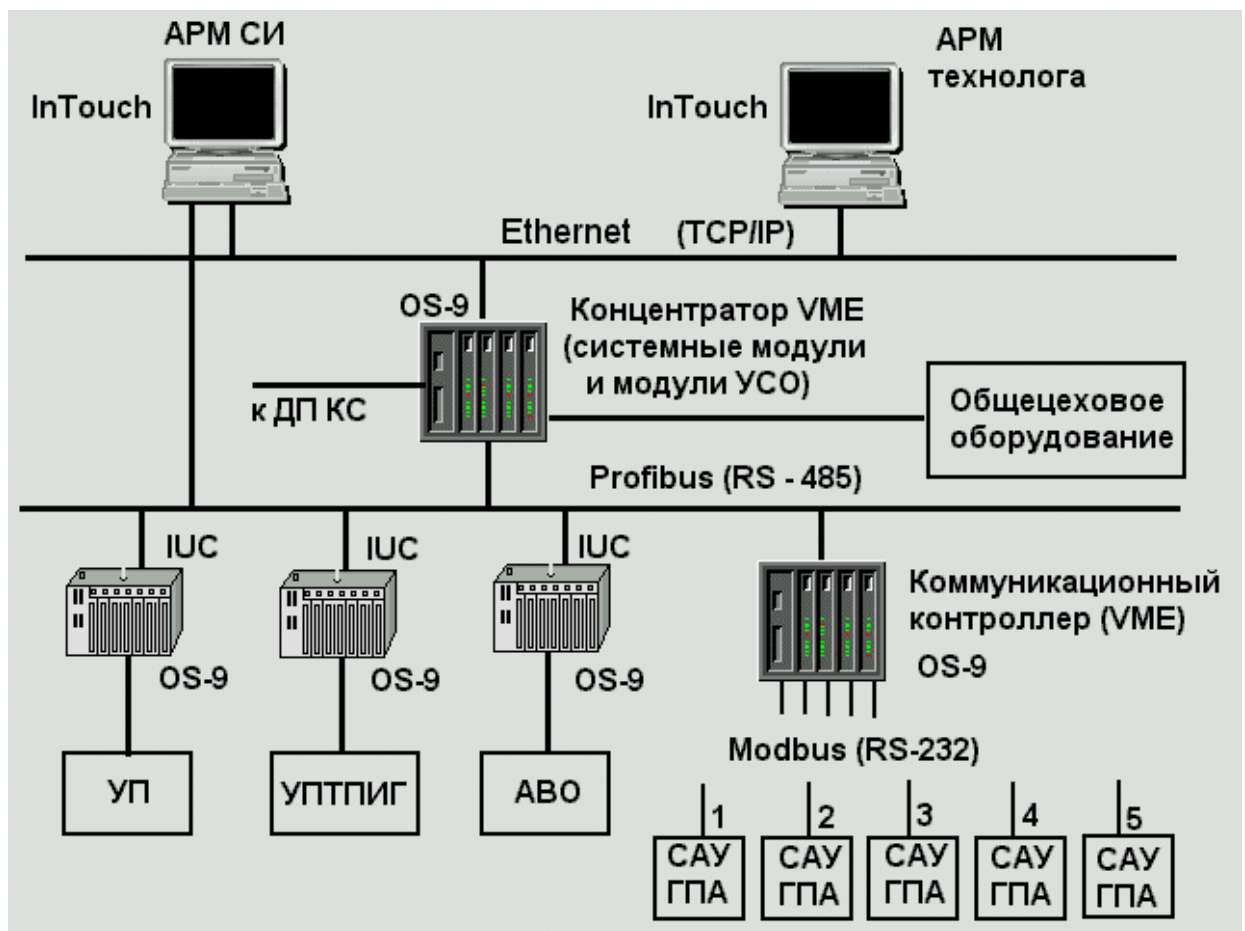


Рис. 2.7.1. Система автоматизации компрессорного цеха КС.

УП - узел подключения;

УПТПИГ - установка подготовки топливного, пускового и импульсного газа;

АВО - агрегаты воздушного охлаждения;

ГПА - газоперекачивающие агрегаты;

ДП - диспетчерский пункт.

Кроме того, система позволяет осуществлять и управление всем оборудованием (краны, задвижки и т. д.), допускающим его по конструктивным возможностям. Реализованы также алгоритмы автоматического запуска и останова цеха.

Рассматриваемая система разделена на два уровня: цеховой уровень и уровень технологического оборудования (уровень контроллеров).

Цеховой уровень.

На этом уровне функции контроля и управления обеспечивают цеховой концентратор оперативной информации ЦПК и АРМ СИ. Их взаимодействие реализуется с помощью сети **Ethernet**. К этой сети может быть также подключен ДП КС. Здесь же расположен пульт блока экстренного аварийного останова цеха (БЭО) с органами управления, находящимися в диспетчерском помещении.

ЦПК - это контроллер, который содержит все необходимые модули для выхода в сети **Profibus** и **Ethernet**, выходы на канал RS-232, поддержку дисководов FDD и HDD, поддержку аналогового ввода и дискретного ввода/вывода для связи с датчиками и исполнительными устройствами общецехового технологического оборудования. Конструктивно ЦПК размещен в стойке вместе с коммуникационным контроллером, отвечающим за связь с агрегатной автоматикой.

АРМ СИ - это IBM - совместимый компьютер Pentium 166, 32 Мб, с жестким диском 1,3 Гб, монитором 17 дюймов.

Уровень управления технологическим оборудованием.

Этот уровень включает в себя локальные контроллеры, обеспечивающие взаимодействие с технологическим оборудованием, агрегатной автоматикой и выходящие на сеть **Profibus**: контроллер коммуникационный, узла подключения, АВО и БПТПИГ. Все контроллеры нижнего уровня размещены в стойках вместе с блоками питания и кроссовыми средствами.

Программное обеспечение системы.

ПО контроллеров нижнего уровня, коммутационного контроллера и концентратора состоит из операционной системы реального времени **OS -9**, ядра инструментального пакета **ISaGRAF** и прикладной программы **ISaGRAF**.

ПО АРМ СИ работает в среде **Windows** на базе прикладной SCADA - программы - пакета **InTouch 7.0**. ПО АРМ СИ выполняет не только задачи мониторинга системы, но и ее управления.

Обмен данными с ДП осуществляется по протоколу **ModBus**.