



В.В. Ершов, доцент кафедры НДиС УлГУ, к.в.н., доцент

Лекция 1.3.2

2. ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫЕ ПЛК

фирм Allen-Bradley, Ge Fanuc, Siemens

3. ПРОТИВОАВАРИЙНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ TRICON



2. Общепромышленные ПЛК фирм Allen-Bradley, Ge Fanuc, Siemens

- Среди семейств общепромышленных контроллеров имеются и малые (сотни вводов/выводов), и средние контроллеры (тысячи поддерживаемых вводов/выводов), и крупные контроллеры, имеющие адресное пространство на десятки и сотни тысяч переменных.
- Эти контроллеры предназначены для автоматизации промышленных объектов площадного типа. Расстояния от датчиков и исполнительных устройств до мест расположения контроллеров составляют десятки, сотни метров и даже километры.
- Контроллеры размещаются в отапливаемых помещениях, где гарантирована плюсовая температура. Поэтому требования к общепромышленным контроллерам с точки зрения условий эксплуатации (температуры окружающей среды от 0 до 60...70 °С) гораздо мягче по сравнению с телемеханическими контроллерами.
- Основной способ взаимодействия контроллеров с объектом, между собой и серверами и рабочими станциями – промышленные шины и сети кабельного типа (проводные, оптоволоконные).

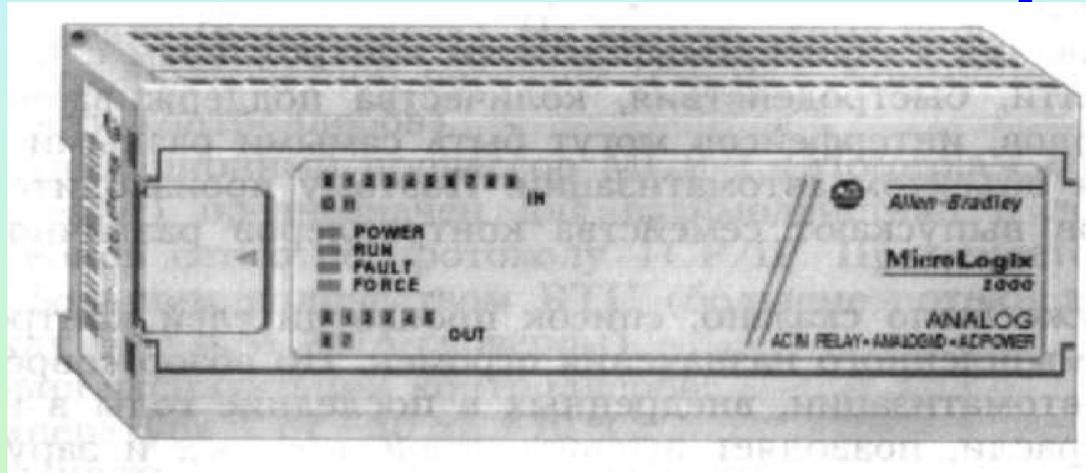


Общие сведения

- Автоматизация промышленных объектов часто предполагает наряду с контролем, сигнализацией и дискретным управлением реализацию функций непрерывного управления (регулирования).
- В одних случаях регулирование предполагает стандартную (одноконтурную) стабилизацию технологических параметров. В других случаях требуется реализация более сложных алгоритмов управления.
- Требования к общепромышленным контроллерам с точки зрения памяти, быстродействия, количества поддерживаемых вводов/выводов, интерфейсов могут быть самыми разными и определяются объектом автоматизации. Поэтому производители контроллеров выпускают семейства контроллеров различной мощности.
- Как уже было сказано, список производителей контроллеров общепромышленного назначения огромен. Но обзор современных систем автоматизации, внедренных в последние годы в нефтегазовой отрасли, позволяет выявить отечественных и зарубежных производителей, прочно обосновавшихся на российском рынке средств и систем автоматизации. Среди наиболее популярных зарубежных фирм - **Allen-Bradley, GE Fanuc, Siemens.**



Телемеханические контроллеры



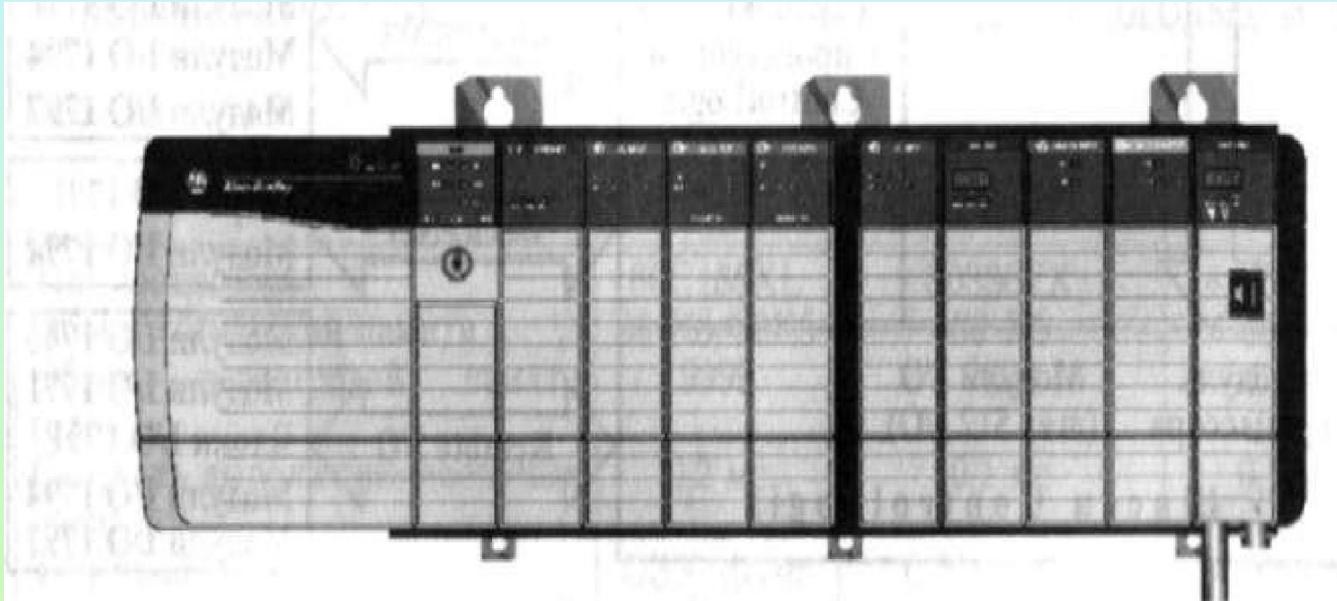
- **Компания Allen-Bradley** предлагает несколько семейств контроллеров:
- микроконтроллеры MicroLogix, малые логические контроллеры SLC (Small Logic Controller), контроллеры семейства PLC и мощные контроллеры ControlLogix.
- MicroLogix (1000, 1200, 1500) - семейство самых малых контроллеров компании Allen-Bradley, выполненных в виде одномодульного конструктива и рекомендуемых для приложений, требующих несколько десятков точек ввода/вывода (рис. 14.8).
- Выпускается большое количество моделей этого семейства, большинство из которых - чисто дискретного варианта (поддерживают только дискретный ввод/вывод). Имеются и модели со смешанным вводом/выводом.



Модульные контроллеры серии SLC 500

- Наряду с локальным вводом/выводом контроллеры SLC поддерживают расширение ввода/вывода (до 3 шасси). Процессоры SLC 5/03 и SLC 5/04 могут полностью поддерживать 30 модулей ввода/вывода ($30 \times 32 = 960$ I/O).
- Контроллеры семейства SLC имеют 4 различных размера шасси: на 4, 7, 10, 13 слотов.
- Контроллеры семейства SLC 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).
- PLC-5 - семейство модульных контроллеров средней мощности фирмы Allen-Bradley, имеющих 25 типов центральных процессоров.

Контроллер ControlLogix



- 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 разъём позволяет подключить модуль управляющего сопроцессора и модуль Ethernet.
- Платформа контроллеров ControlLogix (рис. 14.9) представляет собой набор модулей, объединяемых с помощью шасси ввода/вывода.

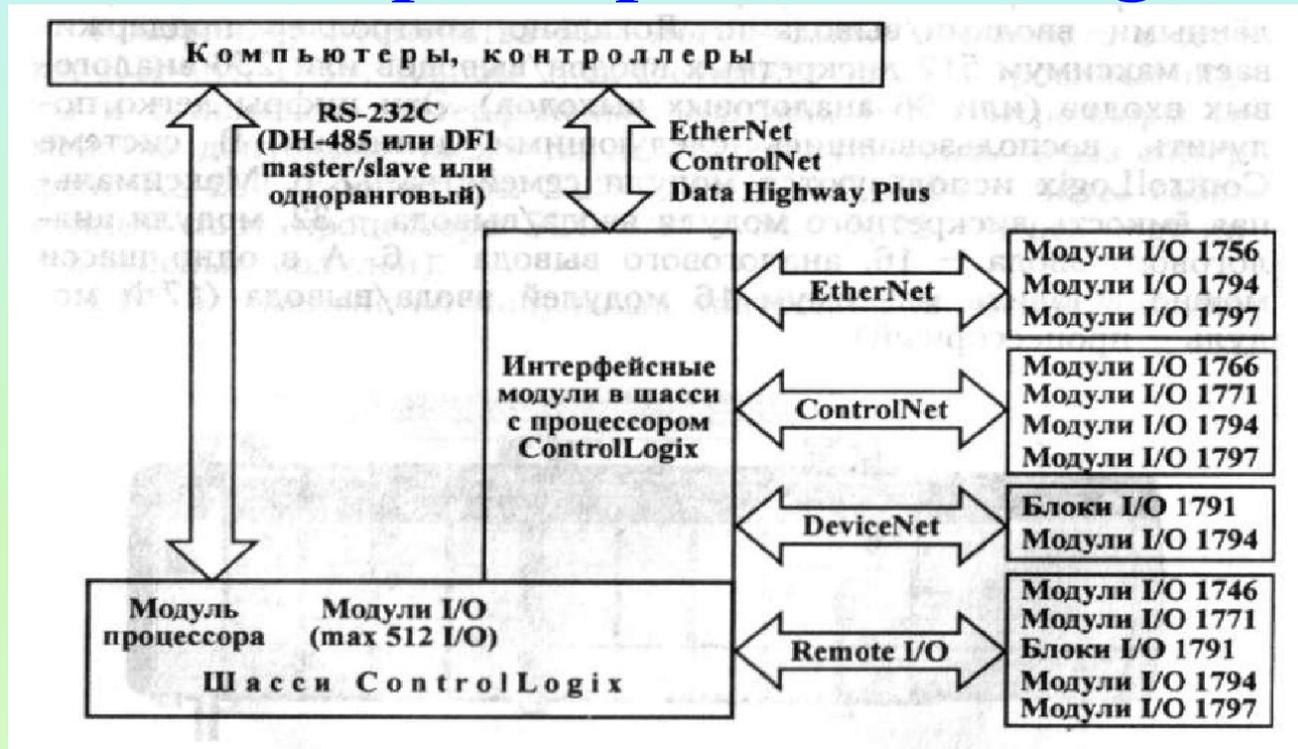


Контроллер ControlLogix

- Шасси снабжено высокоскоростной шиной для взаимодействия модулей между собой. Любой модуль может быть вставлен в любой слот шасси. В системе ControlLogix имеются шасси на 4, 7, 10, 13 и 17 модулей.
- Контроллеры ControlLogix построены на базе микропроцессоров Logix5555, поддерживающих многозадачную операционную систему (32 задачи). Приоритет решения задач определяется программным кодом.
- Процессоры Logix5555 снабжены модульной памятью пользователя (750 Кб, 1,5 Мб, 3,5 Мб и 7,5 Мб).
- Контроллер способен управлять как локальными, так и удалёнными вводами/выводами.
- Локально контроллер поддерживает максимум 512 дискретных вводов/выводов или 256 аналоговых входов (или 96 аналоговых выходов). Эти цифры легко получить, воспользовавшись следующими данными. В системе ControlLogix используются модули семейства 1756.
- Максимальная ёмкость дискретного модуля ввода/вывода - 32, модуля аналогового ввода - 16, аналогового вывода - 6. А в одно шасси можно вставить максимум 16 модулей ввода/вывода (17-й модуль - процессорный).



Сети и поддерживаемый ввод/вывод контроллера ControlLogix



- Один процессор может поддерживать в сети до 250 удаленных шасси (4000 аналоговых и 128 000 дискретных сигналов ввода/вода). 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, размещённые на других шасси (сетевое применение) могут читать данные с любого модуля ввода системы и управлять любым модулем вывода.

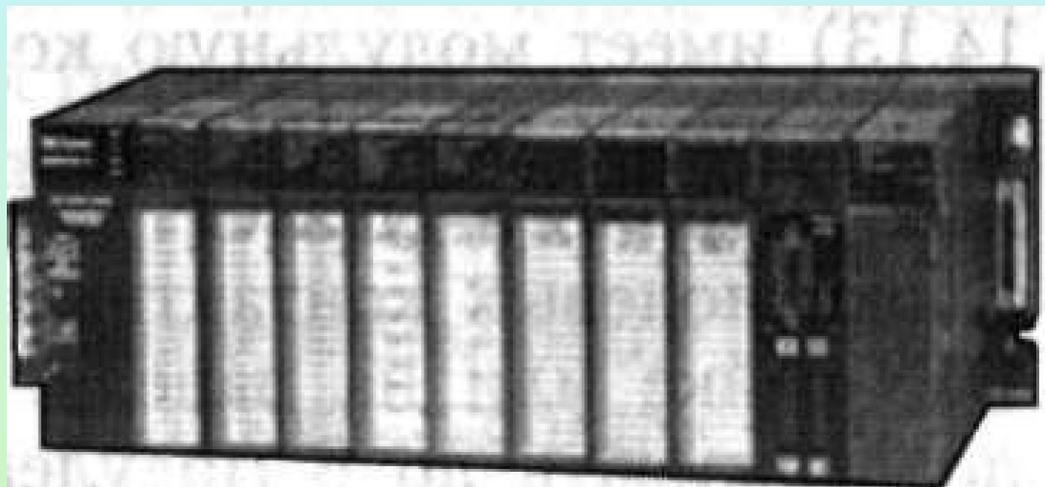


Контроллер ControlLogix

- Контроллер ControlLogix имеет лишь один встроенный порт - RS-232. Этот порт дает возможность контроллеру взаимодействовать с сетями DH-485, поддерживаемыми всеми контроллерами Allen-Bradley. Обмен данными по сетям Ethernet, ControlNet, DeviceNet и Remote I/O реализуется через коммуникационные модули:
 - 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.



ПЛК серии 90-30



- Семейства контроллеров 90-30, 90-70 и VersaMax - это семейство контроллеров, специальных модулей и устройств ввода/вывода, адаптированных для различных применений (см. рис.). В семействе имеется большое количество моделей с различными процессорами. Более ранние модели имели достаточно слабую память и не поддерживали ПИД-регулирования. Последние модели (серии 360, 370) оборудованы быстродействующими процессорами. Характеристика процессоров ПЛК серии 90-30 приведена в таблице.

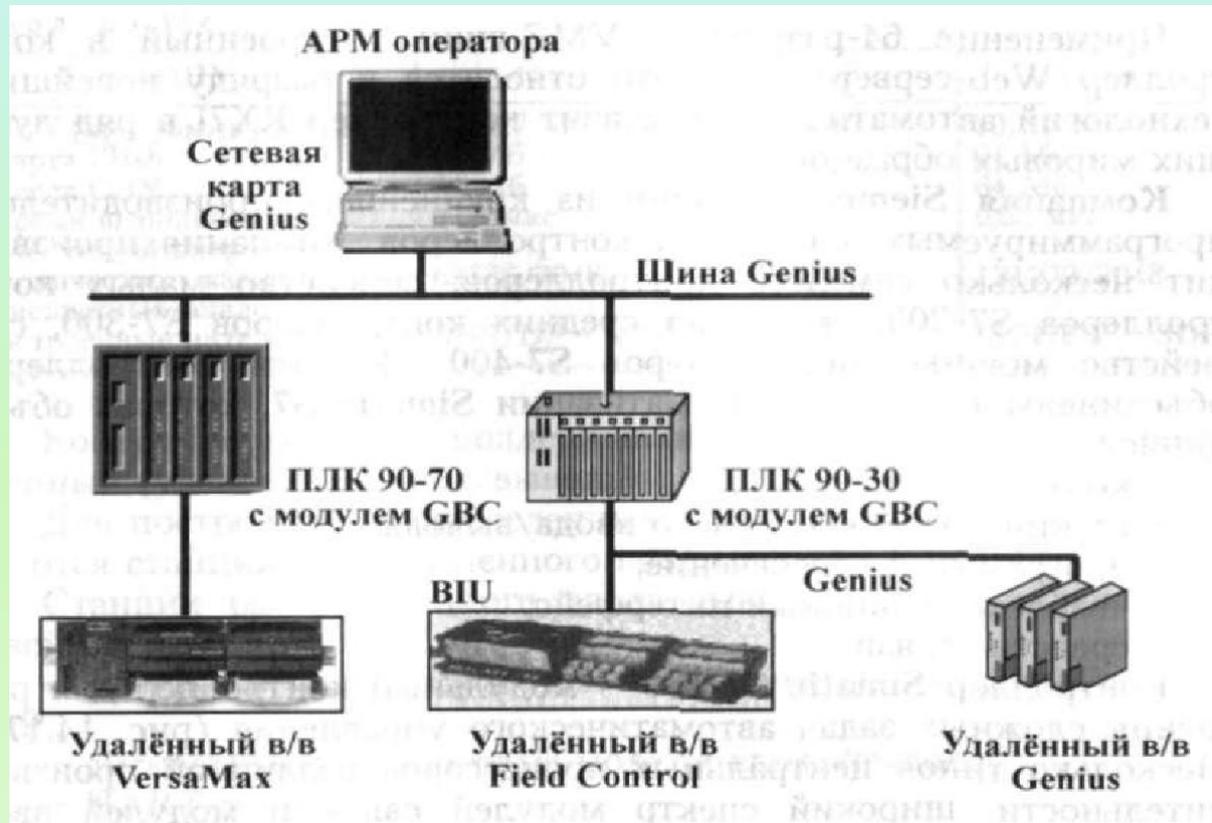


Контроллеры 90-30, 90-70 и VersaMax

Процессоры	CPU340/341	CPU351/CPU352	CPU374
Тип процессора	80C188XL	80386EX	586
Объём логической памяти	32 Кб/80Кб	80 Кб	80 Кб
Объём регистровой памяти (слов)	9999	9999	9999
Скорость выполнения двоичных операций	0,2 мс	0,1 мс	0,1 мс
Тип памяти	ОЗУ, флэш	ОЗУ, флэш	ОЗУ, флэш
Операции с плавающей запятой	Нет	Нет/есть	Есть
Прерывания	Есть	Есть	Есть

- ПЛК 90-30 поддерживают расширенный и удалённый ввод/вывод через расширительные базовые платы (без гнезда для процессора), устанавливаемые на расстоянии не более 15 м от ЦП.
- Одно из них - система удаленного ввода/вывода Genius. В неё входят модули ввода/вывода аналоговых и дискретных сигналов, сигналов от термопар и термометров сопротивления.
- Для удаленного ввода/вывода по сети Genius, либо ЦПУ контроллера VersaMax, либо контроллерами серий 90-30 и 90-70 в один из слотов управляющего контроллера устанавливается контроллер шины Genius GBC

Обобщённая структура системы управления



- В 2005 г. компания GE приступила к модернизации своих контроллеров семейств 90-70 и 90-30. На замену пришли современные контроллеры RX7i и RX3i, соответственно.
- Контроллеры RX7i и RX3i совместимы со своими предыдущими версиями благодаря наличию специальных базовых плат для установки модулей семейств 90-30 и 90-70.



Контроллеры RX7i и RX3i

Контроллер	RX31	RX71
Процессор	IC695CPU310	IC698CPE020
Тип процессора	Intel Celeron	Intel Pentium III
Память	ОЗУ до 10 Мбайт; э/н флэш 10 Мбайт	ОЗУ до 10 Мбайт; э/н флэш 10 Мбайт
Частота	300 МГц	700 МГц
Операции с плавающей запятой	Да	Да
ПИД-регулирование	Да	Да

- **Контроллеры RX7i поддерживают два типа интерфейсов Ethernet:**
 - **встроенный;**
 - **в виде модуля.**
- **Интерфейс Ethernet центрального процессора обеспечивает связь с встроенным Web-сервером. Web-сервер контроллера можно использовать для мониторинга состояния данных ПЛК в момент обращения к ним через браузер Internet Explorer (обновление данных происходит только после повторного обращения).**
- **Применение 64-разрядной VME-шины, встроенный в контроллер Web-сервер - всё это относится к разряду новейших технологий автоматизации и ставит контроллер RX7i в ряд лучших мировых образцов.**



Компания Siemens

- **Компания Siemens** - один из крупнейших производителей программируемых логических контроллеров.
- Компания производит несколько семейств контроллеров:
 - семейство малых контроллеров S7-200,
 - семейство средних контроллеров S7-300,
 - семейство мощных контроллеров S7-400.
- Все эти контроллеры объединены в систему автоматизации Simatic S7, которая объединяет:
 - контроллеры;
 - станции распределенного ввода/вывода;
 - программное обеспечение;
 - человеко-машинный интерфейс;
 - средства связи.
- Контроллер Simatic S7-400 - модульный контроллер для решения сложных задач автоматического управления (см. рис.)



Контроллер Simatic S7-400

- Система S7-400 имеет несколько типов центральных процессоров.
- Характеристика некоторых центральных процессоров приведена в таблице.

ЦПУ	414-3	416-3	417-4
ОЗУ (программы/данные)	0,7/0,7 Мб	2,8/2,8 Мб	10/10 Мб
Карта Flash	64 Мб	64 Мб	64 Мб
Карта ОЗУ	64 Мб	64 Мб	64 Мб
Время выполнения логической операции	0,06 мкс	0,04 мкс	0,03 мкс
Количество каналов в/в дискретных/аналоговых	65536/2048	131072/2048	131072/2048
Встроенные интерфейсы	MPI/DP + 2DP	MPI/DP + 2DP	MPI/DP + 3DP

Контроллеры S7-400 поддерживают расширенный и распределённый (удалённый) ввод/вывод.

Для построения распределённых систем ввода/вывода используются станции распределённого ввода/вывода ET-200.



Станции распределённого ввода/вывода ET-200

- Станции распределённого ввода/вывода ET-200 включают в свой состав:
 - - интерфейсный модуль для подключения к сети Profibus-DP;
 - - дискретные и аналоговые модули ввода/вывода;
 - - HART-модули.
- Интерфейсные модули имеют два исполнения:
 - - с встроенным интерфейсом RS-485;
 - - с встроенным оптическим интерфейсом.
- Модульная конструкция станции ET-200, широкий спектр модулей ввода/вывода и встроенный центральный процессор позволяют создавать мини-контроллеры, работающие автономно или под управлением ведущего сетевого устройства Profibus-DP.
- В этой сети станции ET-200 выполняют функции ведомого устройства. Результатом такой конфигурации является разгрузка центрального процессора ведущего контроллера и сети Profibus-DP.



Отказоустойчивая резервированная система S7-400FH

- На базе процессоров 414-4Н и 417-4Н можно построить резервированные системы повышенной надежности S7-400Н и S7-400F/FH.
- S7-400FH - отказоустойчивая резервированная система, в которой возникновение отказов приводит к переводу функций управления с отказавшего на резервный контроллер без остановки производственного процесса.
- Конфигурация на основе контроллера S7-400FH с полным резервированием всех компонентов включает в свой состав:
 - распределённого ввода/вывода ET-200 с двумя резерв- 2 центральных процессора 414-4Н или 417-4Н;
 - 2 линии Profibus-DP;
 - 2 станции станции распределённого ввода/вывода ET-200 с двумя резервированными интерфейсными модулями в каждой для подключения к оптоволоконной сети;
 - модули ввода/вывода для построения отказоустойчивых систем, обеспечивающие резервирование каналов ввода/вывода.
- При отказе активного центрального процессора управление передается резервному процессору, производится переключение на резервную линию Profibus-DP, управление технологическим процессом не прерывается.

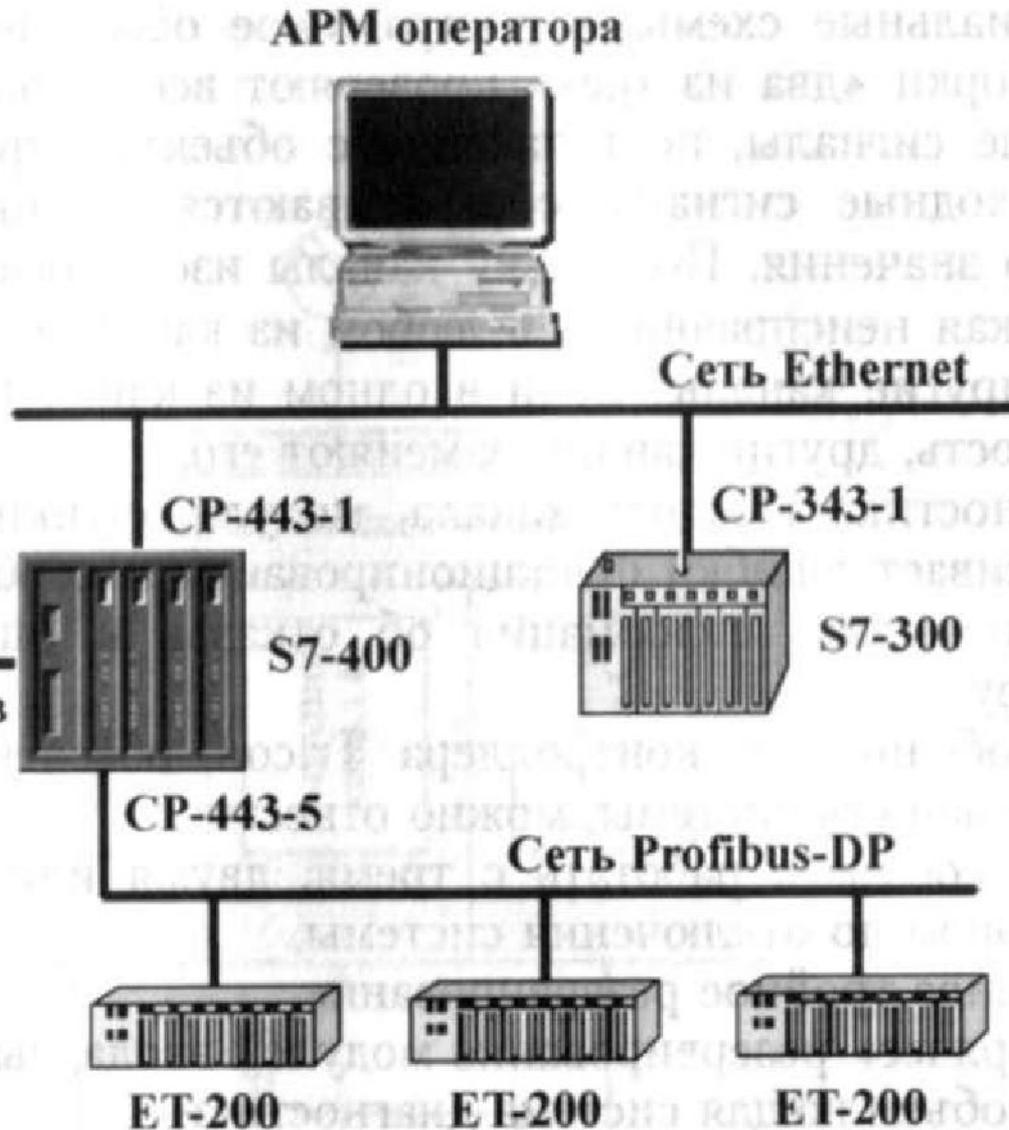


Контроллер S7-400

- Контроллеры S7-400 обладают широкими коммуникационными возможностями. Контроллеры этого семейства используют для организации связи:
 - встроенный во все модули центральных процессоров MPI-интерфейс;
 - интерфейс Profibus-DP, встроенный в большинство ЦПУ и используемый для построения систем со станциями ET-200;
 - коммуникационные процессоры для подключения к сетям Profibus и Ethernet.
- MPI- интерфейс решает следующие задачи:
 - программирование контроллеров;
 - взаимодействие со станциями оператора;
 - допускает подключение до 32 сетевых станций (рабочие станции, контроллеры S7-400, S7-300).
- Расстояние между соседними узлами MPI сети - до 50 м без повторителей, до 1100 м - с двумя повторителями, до 9100 м - с 10 повторителями, до 23 км - при волоконно-оптической линии.
- Скорость передачи информации - до 12 Мбит/с.



Архитектура системы управления на базе контроллеров Siemens



- Роль ведущего в сети Profibus-DP могут выполнять только контроллеры S7-400 и S7-300. Ранее уже было отмечено, что станции ET-200 в этой сети являются подчиненными (ведомыми).
- -443-1 и CP-343-1 - коммуникационные процессоры сети Ethernet 10/100 Мбит/с.



3. Противоаварийные контроллеры Tricon

- **Противоаварийная защита технологического оборудования - одна из важнейших функций АСУТП. Системы противоаварийной защиты (СПАЗ) в современных АСУТП являются одной из подсистем и функционируют независимо от системы управления.**
- **Ярким примером противоаварийных контроллеров является контроллер Tricon. TRICON - это современная отказоустойчивая система управления, основанная на архитектуре с тройным модульным резервированием (Triple-Modular Redundant, TMR).**
- **В контроллере Tricon используются три идентичных канала, каждый из которых независимо обрабатывает сигналы параллельно с двумя другими.**
- **Специальные схемы и программное обеспечение мажоритарной выборки «два из трех» проверяют все цифровые входные и выходные сигналы, поступающие с объекта управления. Аналоговые входные сигналы обрабатываются по принципу выбора среднего значения. Поскольку каналы изолированы друг от друга, никакая неисправность в любом из каналов не может повлиять на другие каналы. Если в одном из каналов появляется неисправность, другие каналы заменяют его.**

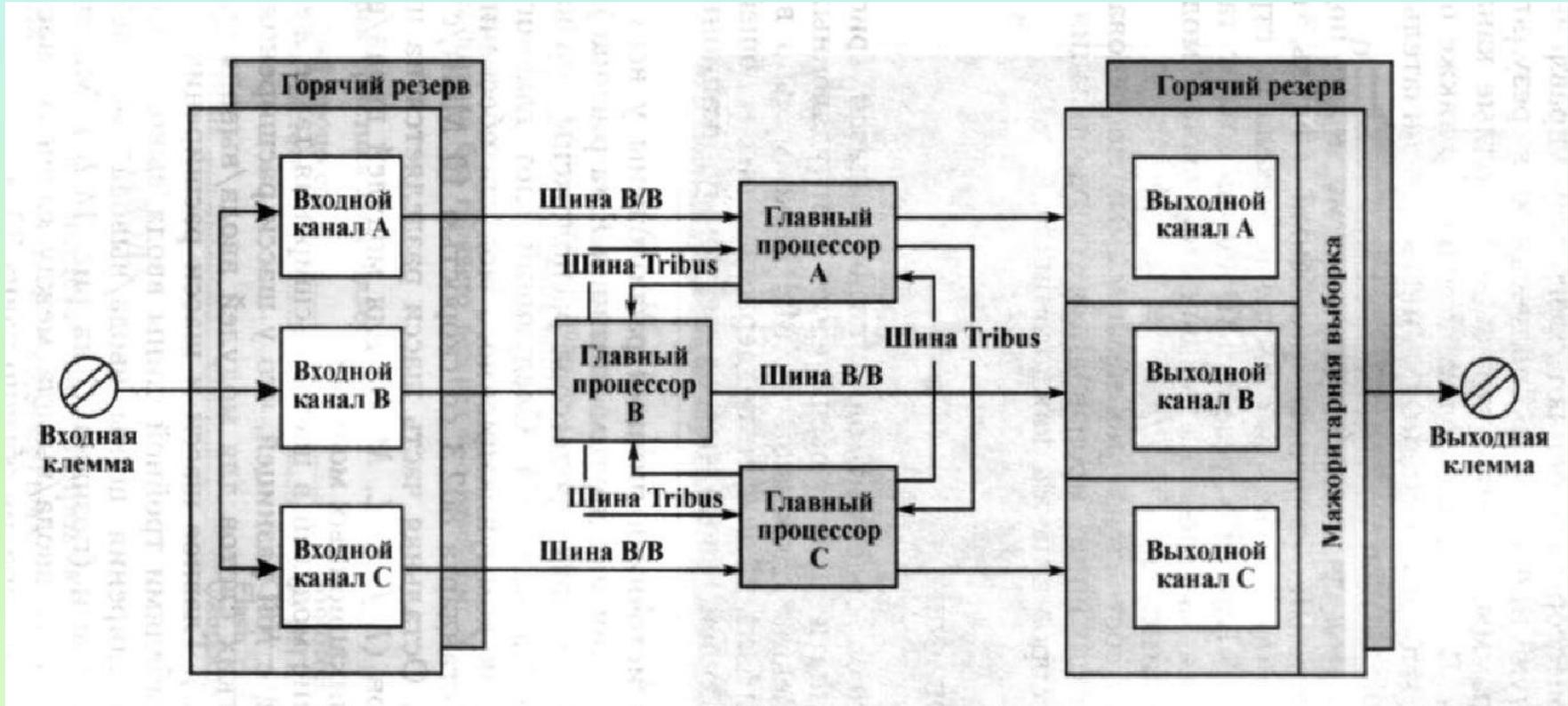


Системы противоаварийной защиты установок на базе контроллеров Tricon

- **Диагностика каждого канала, модуля, функциональной цепи обнаруживает ошибки функционирования и сообщает о них. Вся диагностическая информация об отказах и ошибках доступна оператору.**
- **К особенностям контроллера Tricon, обеспечивающим высокую надежность системы, можно отнести:**
 - **Способность работать с тремя, двумя или одним главным процессором до отключения системы.**
 - **Полное тройное резервирование.**
 - **«Горячее» резервирование модулей ввода/вывода.**
 - **Всеобъемлющая система диагностики.**
 - **Полный набор модулей ввода/вывода.**
 - **Дистанционный ввод/вывод на расстоянии до 12 км.**
 - **Простая замена модулей в рабочем режиме.**



Упрощенная блок-схема контролера Tricon



- Модули ввода/вывода имеют три независимых канала А, В и С.
- Каждый канал входного модуля получает данные о параметрах технологического процесса и передает их на соответствующий главный процессор. В каждом главном процессоре имеется специальный коммуникационный процессор ввода/вывода, который управляет обменом данными между главным процессором и модулями ввода/вывода. Обмен информацией производится по тройной шине ввода/вывода, расположенной на задней панели шасси.



Работа контролера Tricon

- Все три главных процессора соединены между собой высокоскоростной шиной TriBus.
- Входные данные от каждого канала собираются в таблицу в соответствующем главном процессоре и хранятся для использования при мажоритарной выборке.
- На каждом цикле главные процессоры синхронизируются между собой и обмениваются таблицами данных через шину TriBus. Во время этого обмена происходит мажоритарная выборка.
- Если обнаружено несоответствие, преимущество имеет сигнал, одинаковый в двух из трех таблиц, а в третью таблицу вносится соответствующее исправление.
- Главные процессоры выполняют программу управления и посылают выходную информацию, полученную в результате выполнения программы, в соответствующие выходные каналы выходного модуля. В выходном модуле контроллер также проводит мажоритарную выборку выходных данных и окончательно формирует выходной сигнал.

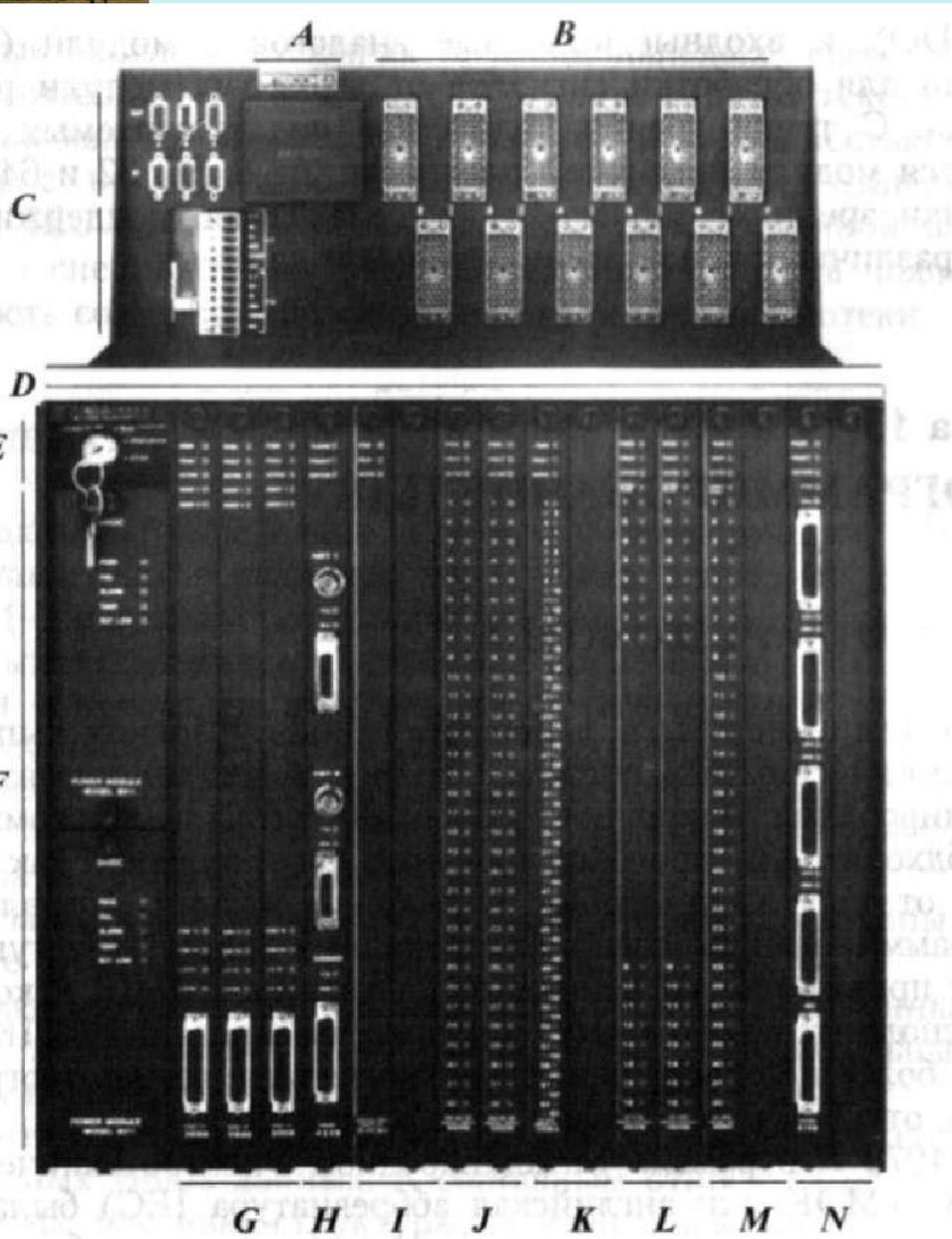


Работа контролера Tricon

- Для каждого модуля ввода/вывода система может поддерживать дополнительный «горячий» резервный модуль, который включается в процесс управления в случае выхода из строя первичного модуля. «Горячий» резервный модуль может также использоваться для замены вышедших из строя модулей в оперативном режиме.
- Шина TriBus состоит из трех независимых последовательных каналов. По этой шине производится синхронизация работы главных процессоров в начале каждого цикла.
- Система Tricon содержит одно главное шасси (см. рис.) и до четырнадцати шасси расширения или удаленных шасси расширения (Remote Expansion, RXM).
- Максимально в составе системы может быть 15 шасси, поддерживающих в общей сложности 118 модулей ввода/вывода и коммуникационных модулей.



Компоновка главного шасси контроллера Tricon



- *A* - батареи резервного питания памяти;
- *B* - разъёмы для подключения полевых сигналов;
- *C* - порты расширения шины ввода/вывода;
- *D* - разъемы для подключения цепей питания;
- *E* - ключ включения;
- *F* - дублированные модули питания;
- *G* - три главных процессора;
- *H* - коммуникационный модуль;
- *I, J, K, L, M* – модули ввода/вывода без горячего резерва и с резервом;
- *N* – коммуникационный модуль.



Компоновка главного шасси контроллера Tricon

- **КОМПОНОВКА ШАССИ**

- Характеристика контроллера
- Motorola MPC 860
- 50 МГц
- ОЗУ - 16 Мб
- Flash - 6 Мб
- Шина TriBus - Скорость 25 Мбит/с.

МОДУЛИ ВВОДА/ВЫВОДА

- Система Tricon поддерживает широкую номенклатуру модулей ввода/вывода. Это и входные/выходные цифровые модули (DI, DO), и входные/выходные аналоговые модули (AI, AO), модули для обработки сигналов от термопар, модули релейного вывода.
- С точки зрения количества поддерживаемых сигналов имеются модули различной плотности: на 8, 16, 32 и 64 сигнала.

**Благодарю за
внимание**