



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

Лекция 1.3

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПЛК

- 1. Телемеханические контроллеры фирм Bristol Вавсок, Control Microsystems, Motorola;**
- 2. Общепромышленные контроллеры фирм Allen-Bradley, Ge Fanuc, Siemens;**
- 3. Противоаварийные контроллеры TRICON;**



1. Телемеханические контроллеры фирм Bristol Вавсок, Control Microsystems, Motorola

- Классифицировать контроллеры можно по различным признакам. В предыдущей главе была приведена классификация контроллеров по количеству поддерживаемых вводов/выводов.
- В этой главе предлагается другая классификация - по назначению. С этой точки зрения предлагается различать:
 - телемеханические контроллеры, передающие сигналы на большие расстояния (десятки километров);
 - общепромышленные контроллеры;
 - встраиваемые контроллеры;
 - противоаварийные контроллеры (резервированные, высоконадежные).
- Все эти контроллеры нашли применение при автоматизации объектов нефтегазовой отрасли.
- Для автоматизации площадных объектов (ДНС, УПН, УКПГ и других) применяют контроллеры общепромышленного назначения.



Телемеханические контроллеры

- **Телемеханические контроллеры по определению предназначены для сбора и передачи информации на большие расстояния. Контроллеры, способные функционировать без обогрева в условиях минусовых температур и предназначенные для автоматизации объектов, находящихся на больших расстояниях друг от друга и от пунктов управления, получили название RTU (Remote Terminal Unit - удаленное терминальное устройство). Эти устройства в качестве каналов связи используют телефонные линии или радиоканал.**
- **Оба эти канала требуют наличия модемов со стороны приёмника и передатчика и поэтому такие системы называют телемеханическими. В нефтегазовой отрасли RTU нашли применение при автоматизации таких объектов, как кусты добывающих нефтяных и газовых скважин, водонагнетательные скважины, кустовые насосные станции, газораспределительные станции, линейные объекты магистральных нефте-газопроводов и т.п.**
- **Среди производителей этого класса контроллеров можно найти и отечественные, и зарубежные предприятия. Среди отечественных разработок выделяются система телемеханики «Магистраль-2» московской фирмы «Газприборавтоматика» и телемеханические контроллеры серии ЭЛСИ фирмы «ЭлеСи», г. Томск.**



Телемеханические контроллеры

- Оба эти комплекса нашли широкое применение в автоматизации процессов транспорта нефти и газа.
- Наиболее яркими представителями этого класса контроллеров, нашедшими применение в добыче нефти и газа, являются контроллеры компаний Bristol Babcock, MOTOROLA и Control Microsystems.
- 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 3330/3335 (Distributed Programmable Controller).
- Контроллеры имеют от трех до шести встроенных последовательных портов RS-232/RS-485 с возможностью подключения модема для выделенных линий или радиоканалов, а также модема для оптических линий связи.



Телемеханические контроллеры

- Контроллер DPC 3330/3335 - интеллектуальный контроллер для управления распределенными технологическими процессами.
- Контроллер подходит и 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.

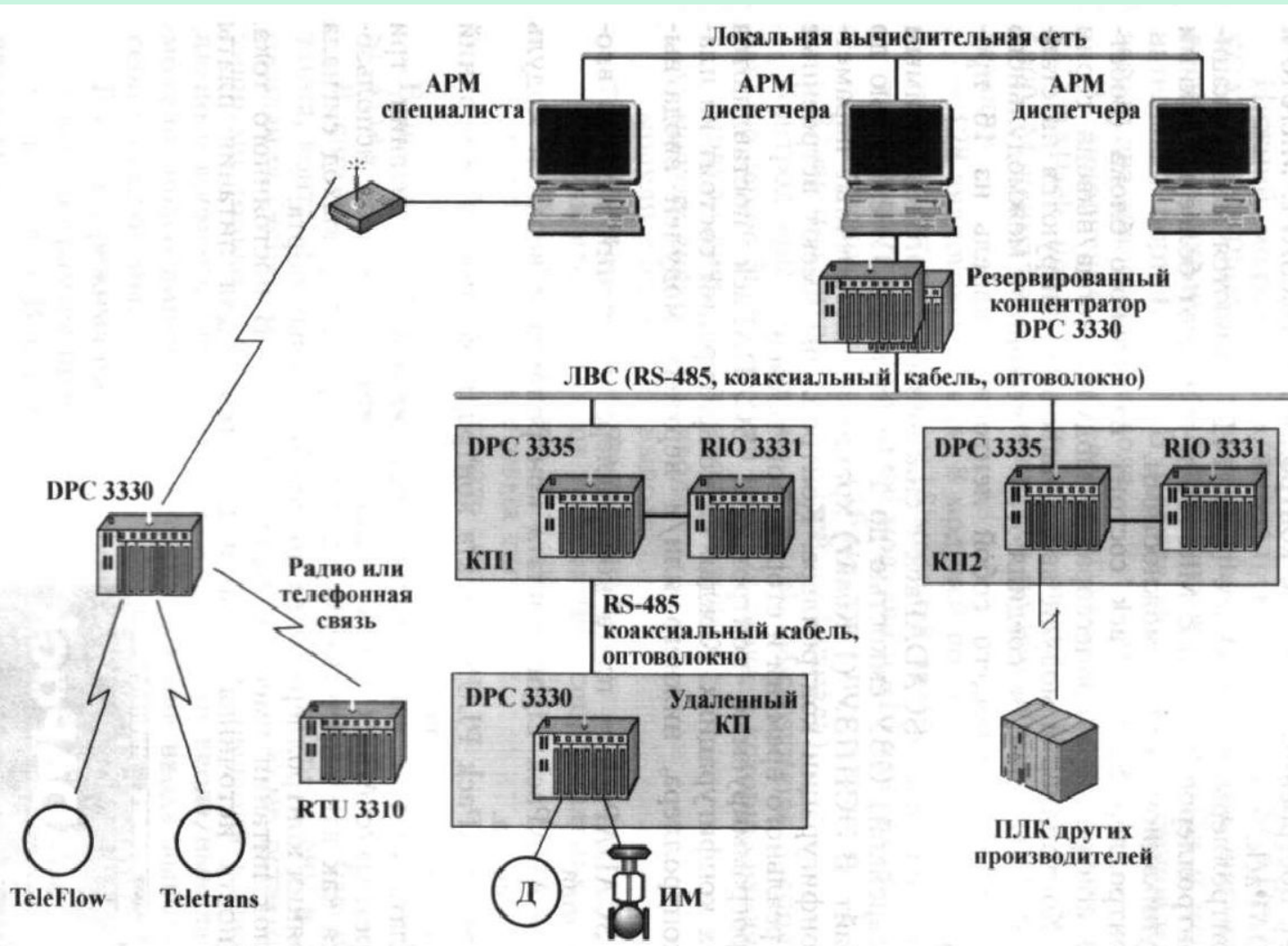


Телемеханические контроллеры

- ❖ **DPC 3330/3335 может оснащаться периферийными устройствами, включая переносной компьютер, дисплей оператора, клавиатуру и принтер.**
- ❖ **Контроллер может работать автономно либо взаимодействовать с другими контроллерами в сети Network 3000 с распространенными контроллерами и интеллектуальными датчиками других производителей.**
- ❖ **Характеристика контроллера:**
 - **Процессор - 386 EX, 24 МГц, ОЗУ 512 Кб, Flash 512 Кб.**
 - **Дополнительный математический сопроцессор.**
 - **Батарея резервного питания ОЗУ.**
 - **До четырёх последовательных портов RS-232/RS-485.**
 - **Встроенный модем (выделенные, коммутируемые линии или оптоволоконный кабель).**
 - **Два конструктивных исполнения для подсоединения 6 или 12 модулей ввода/вывода.**
 - **Модуль интерфейса с радиосистемой.**
 - **Расширитель ввода/вывода RIO 3331.**
 - **Рабочая температура от -40 до +70 °С.**



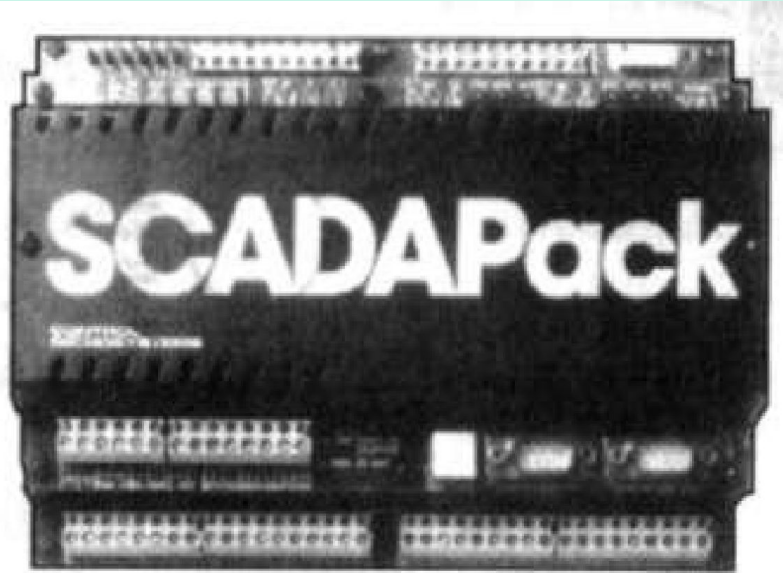
Обобщенная архитектура системы управления на базе контроллера D P C 3330



- Аббревиатура КП означает контролируемый пункт, TeleFlow и Teletrans - системы для измерения расхода.



Контроллер SCADAPack



- Контроллеры TeleSAFE Micro16 и SCADAPack предназначены для работы в качестве удаленных терминальных устройств систем телеметрии с функциями местного управления и обработки данных работы в качестве концентраторов для удаленных систем, построенных на базе контроллеров TeleSAFE Micro 16 и SCADAPack.
- Контроллеры SCADAPack являются модификацией контроллеров TeleSAFE Micro16 и обладают более широкими коммуникационными возможностями.



Контроллеры SCADAPack

- Контроллеры SCADAPack снабжены энергонезависимым (с батареей) ОЗУ ёмкостью до 1Мбайт и ГШЗУ ёмкостью до 2 Мбайт. В ЭСППЗУ (1 Кбайт) хранятся настроечные параметры конфигурации контроллера. Контроллеры имеют встроенные часы реального времени и сторожевой таймер.
- 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.
- Плата контроллера содержит встроенный блок питания, три дискретных/счётных входа (один из которых может использоваться как вход прерывания платы контроллера), выход сигнала состояния контроллера и два последовательных порта.
- Блок питания имеет выходы 5 В и 24 В постоянного тока.



Контроллер SCADAPack

- ❖ **Верхний модуль ввода/вывода (контроллеры SCADAPack Light и SCADAPack Plus) имеет пять аналоговых входов, два дискретных выхода и последовательный порт RS-232.**
- ❖ **Нижний модуль ввода/вывода (контроллеры SCADAPack и SCADAPack Plus) имеет восемь аналоговых входов, шестнадцать дискретных входов, двенадцать дискретных выходов и последовательный порт RS-232. В модуле может быть установлено по заказу два аналоговых выхода.**
- ❖ **В дополнение к встроенным входам/выходам контроллер SCADAPack 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).**



Контроллеры компании Control Microsystems

- ❖ Контроллеры компании Control Microsystems используют единую серию 5000 модулей ввода/вывода, в которую входят:
 - модули дискретного ввода/вывода;
 - модули дискретного ввода;
 - модули дискретного вывода;
 - модули ввода аналоговых сигналов;
 - модули ввода сигналов термометров сопротивления;
 - модули ввода сигналов термопар;
 - модули вывода аналоговых сигналов;
 - модуль высокоскоростного счетчика;
 - модуль HART-интерфейса.
- ❖ В последнее время выпускаются модификации контроллеров SCADA Pack со встроенными радиостанциями.



Контроллеры SCADApack

- В системах управления, требующих малого потребления питания, контроллеры SCADApack могут быть переведены в режим ожидания («спящий» режим). В «спящем» режиме остаются активными только входы счетчиков, вход прерывания и часы реального времени. Верхний и нижний модули ввода/вывода и все модули, подсоединенные к внутренней шине ввода/вывода 5000 серии, отключены.
- Во время режима ожидания происходит следующее:
 - все программы прекращают выполнение;
 - питание 5 В отключается от большинства цепей и шины ввода/вывода;
 - питание 24 В не отключается, и продолжают работать вход прерывания, часы и сигнализация.
- Контроллер SCADApack входит в режим ожидания под управлением прикладной программы и выходит из режима ожидания при следующих условиях:
 - при перезапуске контроллера, возникающей при отключении и подаче питания к контроллеру;
 - при появлении сигнала от часов реального времени, определенного прикладной программой;
 - при подаче сигнала на вход прерывания.



Способы доступа

- ❖ **В ЛВС со случайным доступом** все узлы сети непрерывно следят за сетевым трафиком (передачей данных). Когда трафик не обнаруживается, любой узел сети может начать передачу (равноправная сеть). Если два или более узлов начинают передачу одновременно, то возникает конфликтная ситуация (коллизия). Она обнаруживается всеми узлами сети, а начавшие одновременно передачу узлы «штрафуются» случайным по длительности тайм-аутом. Ярким примером таких сетей является Ethernet.
- ❖ **В ЛВС с эстафетной передачей** (шина или кольцо с маркерным доступом) подразумевается использование специального пакета данных (маркера), который предоставляет возможность его держателю передавать информацию. Любой узел сети, желающий передавать информацию, должен дожидаться получения маркера.



Коммуникационные порты контроллера SCADApack

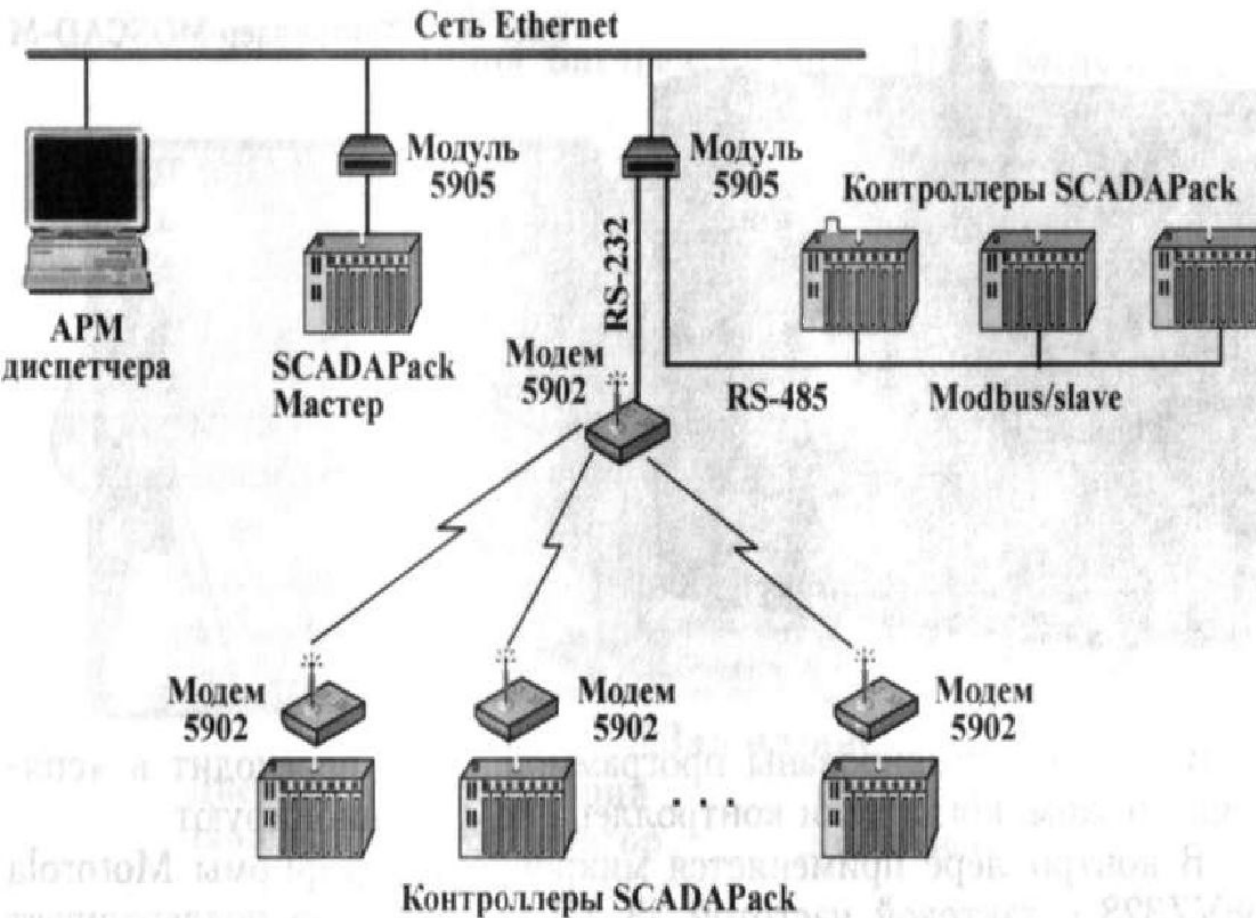
- ❖ Для взаимодействия с другими устройствами системы управления контроллер SCADApack имеет несколько последовательных коммуникационных портов

Контроллер	RS-232	RS-232/RS-485	Всего
TeleSAFE Microl6	1	1	2
SCADApack Light	1 на плате + 1 на модуле	1 на плате	3
SCADApack	1 на плате + 1 на модуле	1 на плате	3
SCADApack Plus	1 на плате + 2 на модулях	1 на плате	4

- ❖ Порт RS-232 позволяет подключать контроллеры к модемам (модем 5902 BELL 202) для работы по выделенным телефонным линиям, кабельным линиям и по радиоканалу.
- ❖ Порт RS-485 позволяет подключать до 32 устройств. Максимальная рекомендуемая длина кабеля 1200 м (витая пара).



Архитектура системы управления на базе контроллеров SCADAPack



◆ На схеме рабочая станция диспетчера подключена к сети Ethernet через встроенный порт компьютера. К сети Ethernet также подключен ведущий (мастер) контроллер SCADAPack через модуль/шлюз Ethernet 5905. Ведущий контроллер SCADAPack опрашивают сеть удаленных по сети RS-485 подчиненных (slaves) контроллеров SCADAPack.



Контроллеры SCADAPack

- Интерфейсный модуль (шлюз) Ethernet модели 5905 преобразует последовательный интерфейс RS-232/RS-485 Modbus в Modbus/TCP сети Ethernet. Модуль 5905 представляет собой стандартный модуль серии 5000, который соединяется с системной шиной ввода/вывода, как часть единой системы. Монтаж модуля 5905 производится на DIN-рейке.
- Модуль 5905 имеет три порта: RS-232, RS-485 и Ethernet.
- Шлюз может быть применен в SCADA-системах, использующих стандартный протокол обмена Modbus. Порт RS-232 может быть использован для подключения телефонного или радиомодема (модель 5902). Порт RS-485 поддерживает до 32 устройств по кабелю протяженностью до 1200 м.
- Поддержка последовательного интерфейса RS-232 позволяет использовать модули 5905, как шлюзы между локальной сетью Ethernet и удалёнными контроллерами SCADAPack (через радиомодем модели 5902).
- Условия эксплуатации контроллеров:
 - - температура - от -40 до +70 °С;
 - - влажность - 5-95 % без конденсации.



Семейство контроллеров MOSCAD

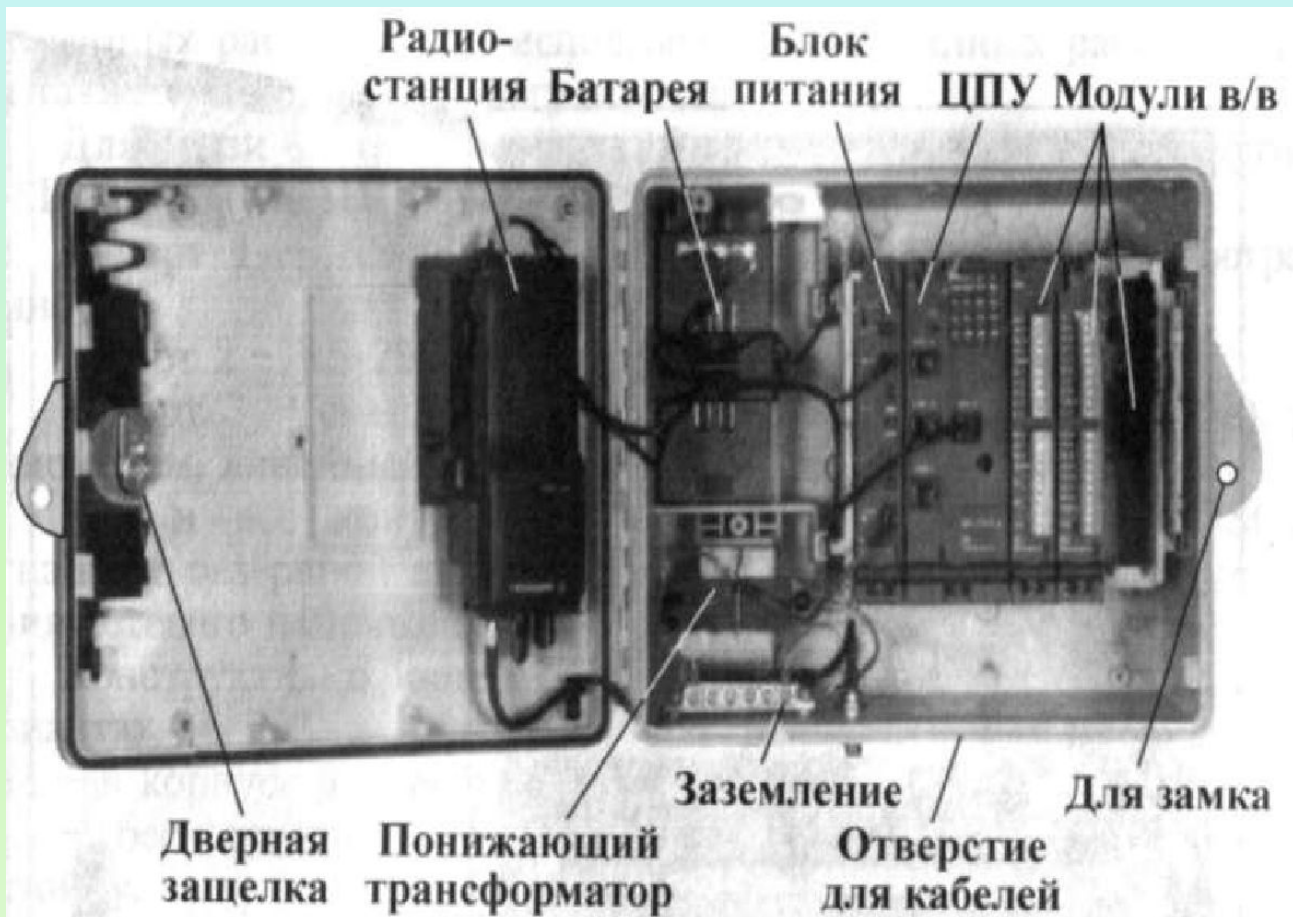
◆ Семейство MOSCAD включает три типа контроллеров:

- **MOSCAD-M** - самый малый контроллер семейства одноплатной конструкции.
- Возможны две конфигурации (базовая/расширенная), отличающиеся количеством подключаемых вводов/выводов и их типом: 12/15DI, 8DO, 0/4 AI (4...20 мА, 0...5 В), 0/1 АО (4...20 мА, 0...5 В).
- MOSCAD-M полностью совместим со всеми аппаратными средствами семейства MOSCAD. Он использует протокол связи MDLC (Motorola Data Link Communication) и может совместно работать с ними в составе единой системы управления.
- 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 DIN-рейке.





Семейство контроллеров MOSCAD



- **MOSCAD-L** - это малый («облегченный») контроллер системы MOSCAD. Основное применение контроллер находит в качестве удаленного терминального устройства.
- Контроллер имеет модульную конструкцию и включает блок питания, ЦПУ (центральный процессор) и три модуля ввода/вывода.

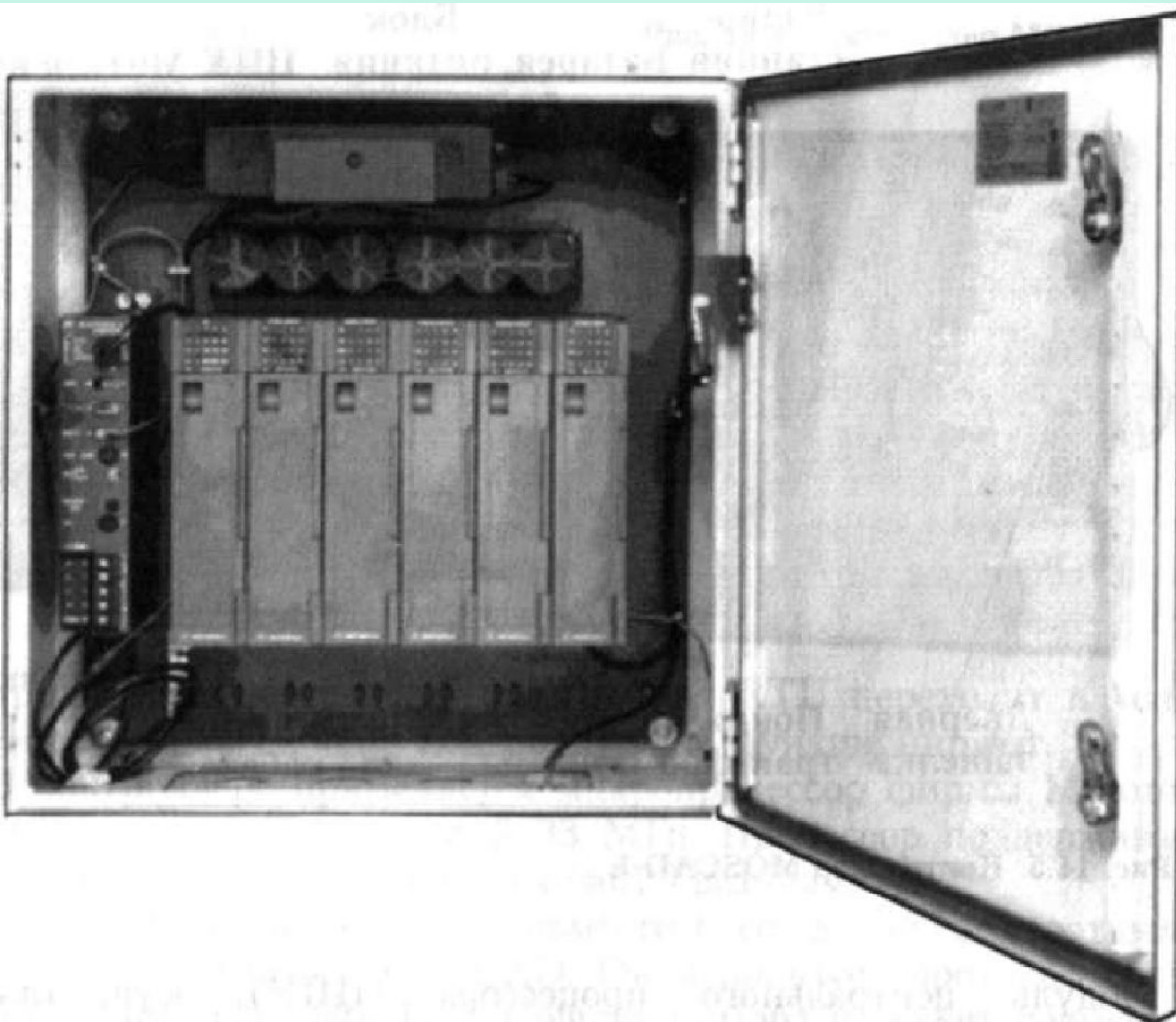


Семейство контроллеров MOSCAD

- 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. 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.
- В качестве модулей ввода/вывода могут быть использованы 6AI, 16DI, 8DO и комбинированный модуль Mixed I/O на 8DI, 2AI и 4 DO. Максимальные возможности по вводу/выводу: AI - 18 (3x6), DI - 48 (3x16), DO 24 (3x8).
- На передней панели ЦПУ расположены три порта. Порты предназначены для подключения контроллера к другим устройствам.
- Порт 1 может быть сконфигурирован RS-485 или RS-232, порт 2 - RS-232; в порт 3 может быть установлена одна из сменных интерфейсных плат (RS-232, проводной модем, радиомодем).
- На ЦПУ расположена светодиодная матрица из 20 светодиодов, которая отражает состояние многих ключевых функций модуля.
- Контроллер размещается в корпусе размером 380x380x210 мм.



Семейство контроллеров MOSCAD



- **MOSCAD-RTU** - 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, 32DO, 16DO, 8DO, 8AI, 4AO, Mixed I/O.



Контроллер MOSCAD-RTU

- **ЦПУ контроллера** выполнено на микропроцессоре Motorola 68302. Многозадачная ОС, математическое обеспечение пакетного связного контроллера и пользовательская управляющая программа записываются во Flash-память (1 Мб). Текущая информация хранится в ОЗУ (до 1,2 Мб). При необходимости ЦПУ может быть доукомплектован математическим сопроцессором.
- **Вычислительные возможности контроллеров и использование различных модулей ввода/вывода** позволяют не только принимать входную информацию и перерабатывать по определенным алгоритмам, но 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 расчёта массовых расходов при использовании расходомеров скоростного напора, массовых и объемных расходов при использовании турбинных расходомеров, а также функция ПИД - регулирования.



Контроллер MOSCAD-RTU

- 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.
- Все контроллеры семейства имеют единую систему связи с протоколом обмена MDLC. Каждый контроллер - это ПЛК плюс полнофункциональный пакетный контроллер, способный осуществлять приём, передачу, буферизацию и маршрутизацию пакетов информации в сети MDLC. Протокол позволяет одновременный обмен Host (главный компьютер, контроллер) - RTU, RTU - Host, RTU - RTU.



Контроллер MOSCAD-RTU

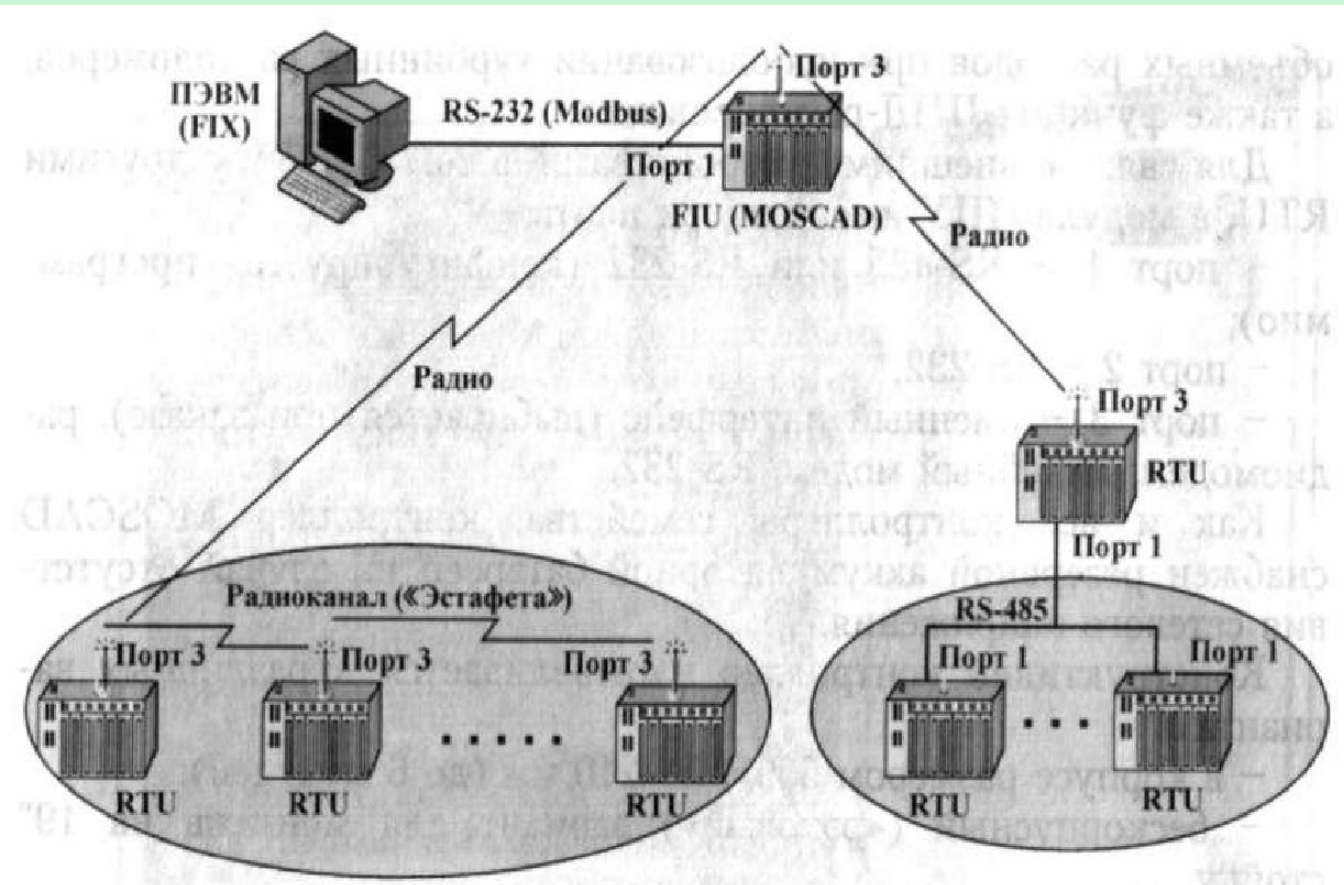
- Организация сбора информации в системе программируется разработчиком, используя следующие процедуры:
 - циклический опрос из центра (устаревшая технология);
 - по расписанию (например, каждые 5 мин);
 - по событию - новая технология, позволяющая снизить нагрузку на каналы связи и ускорить доставку информации в системах с большим количеством контроллеров и сложной сетевой архитектурой;
 - любой комбинации перечисленных методов.
- Контроллеры могут использовать практически любые каналы связи: телефонные выделенные или коммутируемые линии, кабельные линии связи, витые пары, оптоволокно, радиоканал, УКВ.



Взаимодействие контроллеров со SCADA-сервером через коммуникационный процессор МСР-М по протоколу Modbus

Благодаря наличию в модуле ЦПУ трёх 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.





Контроллер MOSCAD-RTU

- Для связи контроллеров семейства MOSCAD со SCADA-компьютером предусмотрен интерфейсный контроллер, в качестве которого может использоваться обычный контроллер MOSCAD (называемый FIU - Field Interface Unit) с одним 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 (см. рис.).
- Удаленные контроллеры могут взаимодействовать между собой как по проводному каналу (на рисунке внизу справа), так и по радиоканалу (внизу слева). На данной схеме использован доступ на основе эстафетной передачи (см. п. – Коммуникационные возможности контроллеров).
- Коммуникационный процессор MCP-T (Motorola Communication Processor) предназначен для взаимодействия с локальной компьютерной сетью по протоколу TCP/IP. Применяется в системах с большим количеством RTU (большие потоки информации между FIU и SCADA-сервером).

**Благодарю за
внимание**