

# Контроллеры для систем автоматизации

Слово «контроллер» произошло от английского control (управление).

Развитие контроллеров:

- Жесткая логика, аппаратная реализация – комбинационные устройства, конечные автоматы (конец 60-х, начало 70-х годов XX века);
- программируемая логика, аппаратная реализация на перекоммутируемых реле – **программируемые логические контроллеры (ПЛК)**;
- ПЛК, программируемые на машинно-ориентированном языке;
- ПЛК, программируемые с помощью языков высокого уровня;
- ПЛК, программируемые с помощью специализированных языков визуального программирования. Стандарт МЭК 61131-3 поддерживает пять языков технологического программирования, что исключает необходимость привлечения профессиональных программистов при построении систем с контроллерами.
- Основные производители: Siemens (Германия), Schneider Electric (Франция), Rockwell Automation (США), National Instruments (США), Matsushita (Япония), Mitsubishi Electric (Япония), Omron (Япония), General Electric Fanuc (США - Япония), Fatec Automation Corp. (Тайвань), Advantech (Тайвань), Fastwel Inc. (Россия), Группа компаний «Текон» (Россия), НИЛ АП (Россия), ОБЕН (Россия) и др.

# Тенденции развития ПЛК и промышленных компьютеров

## Тенденции развития ПЛК:

- уменьшение габаритных размеров;
- расширение функциональных возможностей;
- увеличение числа поддерживаемых интерфейсов и сетей;
- использование идеологии «открытых систем»;
- использование языков программирования стандарта МЭК 61131-3;
- снижение цены;
- появление в контроллерах признаков компьютера (наличие мыши, клавиатуры, монитора, ОС Windows, возможности подключения жесткого диска).

## Тенденции развития промышленных компьютеров:

- расширенный температурный диапазон,
- электронный диск,
- защита от пыли и влаги,
- крепление на DIN-рейку,
- наличие сторожевого таймера,
- увеличенное количество коммуникационных портов,
- использование ОС жесткого реального времени,
- функции самотестирования и диагностики,
- контроль целостности прикладной программы,
- конструктив для жестких условий эксплуатации.

# Типы ПЛК

## Классификация по количеству каналов ввода-вывода:

- нано-ПЛК (менее 16 каналов);
- микро-ПЛК (от 16 до 100 каналов);
- средние (от 100 до 500 каналов);
- большие (более 500 каналов).

## Классификация по расположению модулей ввода-вывода:

- *моноблочные* - устройство ввода-вывода не может быть удалено из контроллера или заменено на другое. Конструктивно контроллер представляет собой единое целое с устройствами ввода-вывода (например, одноплатный контроллер). Моноблочный контроллер может иметь, например, 16 каналов дискретного ввода и 8 каналов релейного вывода;
- *модульные* - состоящие из общей корзины (шасси, крейт), в которой располагаются модуль центрального процессора и сменные модули ввода-вывода. Состав модулей выбирается пользователем в зависимости от решаемой задачи. Типовое число слотов для сменных модулей — от 8 до 32;
- *распределенные* - с удаленными модулями ввода-вывода. Модули ввода-вывода выполнены в отдельных корпусах, соединяются с модулем контроллера по сети (обычно на основе интерфейса RS-485) и могут быть расположены на расстоянии до 1,2 км от процессорного модуля.

Часто перечисленные конструктивные типы контроллеров комбинируются, например моноблочный контроллер может иметь несколько съемных плат; моноблочный и модульный контроллеры могут быть дополнены удаленными модулями ввода-вывода, чтобы увеличить общее количество каналов.

# Типы ПЛК

## Классификация по конструктивному исполнению и способу крепления:

- *панельные* (для монтажа на панель или дверцу шкафа);
- *для монтажа на DIN-рейку* внутри шкафа;
- *для крепления на стене*;
- *стойечные* — для монтажа в стойке;
- *бескорпусные, встраиваемые* (обычно одноплатные) для применения в специализированных конструктивах производителей оборудования (OEM — Original Equipment Manufacturer) или для установки в слот компьютера (PCI, CompactPCI, ISA, MicroPC и др.).

## Классификация по области применения:

- универсальные общепромышленные;
- для управления роботами;
- для управления позиционированием и перемещением;
- коммуникационные;
- ПИД-контроллеры;
- специализированные.

## Классификация по способу программирования:

- программируемые с лицевой панели контроллера;
- программируемые переносным программатором;
- программируемые с помощью дисплея, мыши и клавиатуры;
- программируемые с помощью персонального компьютера - на языках МЭК 61131-3, C, C#, Visual Basic.

Контроллеры могут содержать в своем составе модули ввода-вывода или не содержать их.

Примерами контроллеров без модулей ввода-вывода являются коммуникационные контроллеры, которые выполняют функцию межсетевого шлюза, или контроллеры, получающие данные от контроллеров нижнего уровня иерархии АСУ ТП.

## Контроллеры фирмы GE Fanuc (США – Япония)

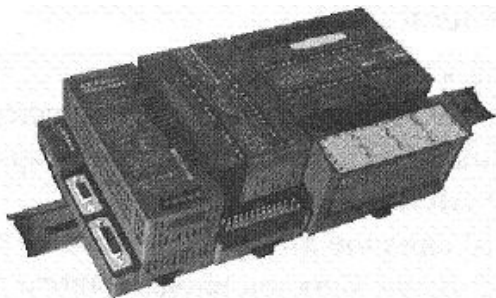


Рис. 2.27

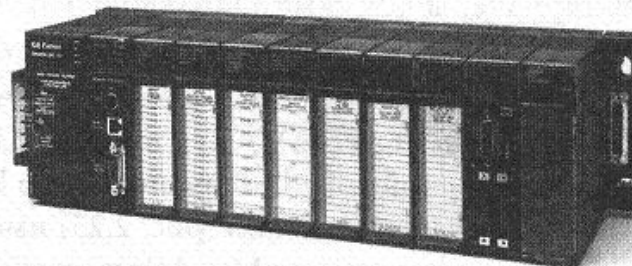


Рис. 2.28

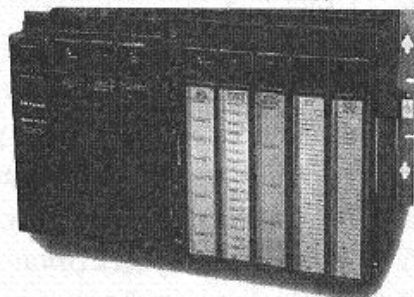


Рис. 2.29



Рис. 2.30

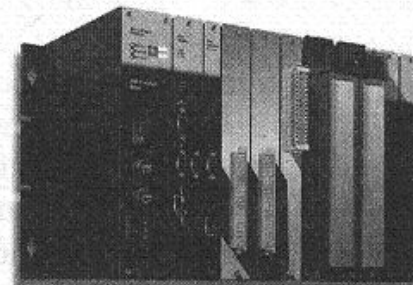
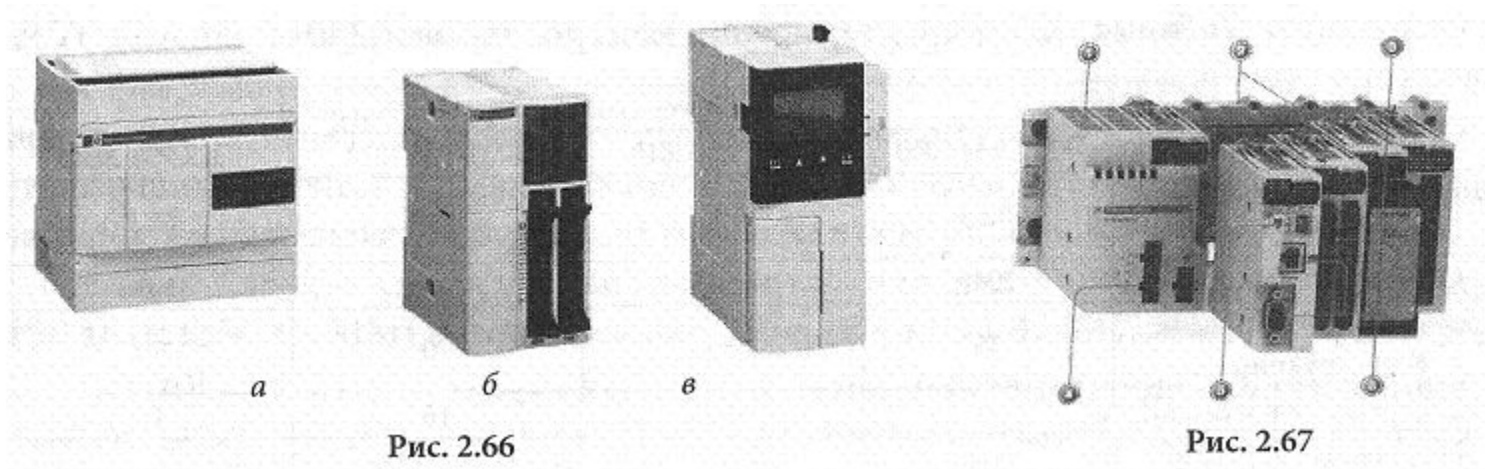


Рис. 2.31

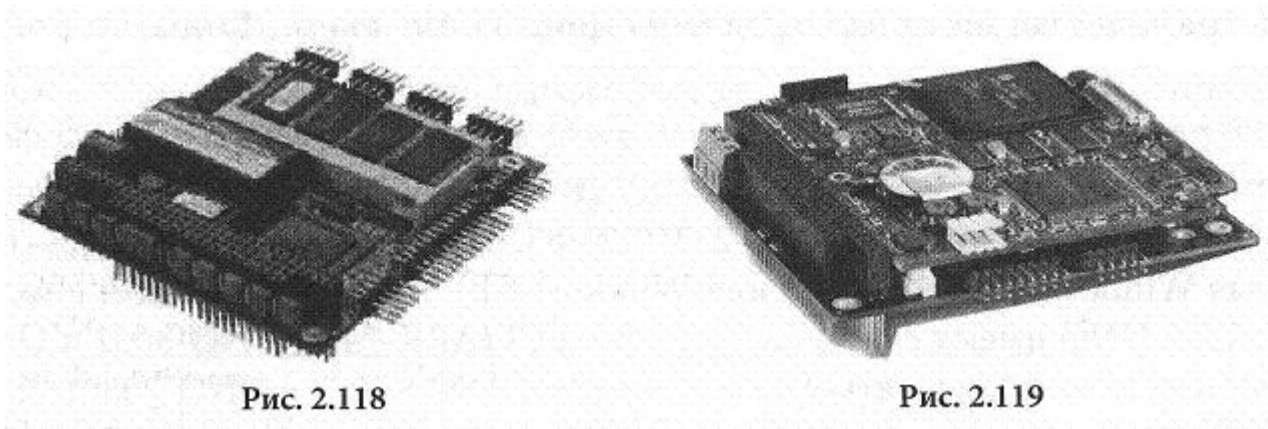
- Рис. 2.27 – модульный контроллер VersaMax с креплением на DIN-рейку, число каналов ввода-вывода до 1500
- Рис. 2.28 – модульный контроллер Series 90-30
- Рис. 2.29 – модульный контроллер Series 90-70
- Рис. 2.30 – станция оперативного управления типа OCS
- Рис. 2.31 – модульный контроллер с открытой архитектурой и повышенной функциональностью PACSystem RX7i выполнен на базе шины VME64 с поддержкой плат различных производителей

## Контроллеры фирмы Schneider Electric, Франция



- Рис. 2.66, а – моноблочный контроллер TWIDO, имеет блок дискретного ввода-вывода
- Рис. 2.66, б – модульный контроллер TWIDO, помимо дискретных входов-выходов имеет один аналоговый вход напряжения и один потенциометр
- Рис. 2.67 – модульный контроллер Modicon M340 имеет шасси на 4, 6, 8 или 12 платомест с функцией горячей замены модулей. Библиотека функций контроллера: ПИ- и ПИД-регулирование, автонастройка регуляторов, генератор функций изменения алгоритмов управления, масштабирование и др.

## Встраиваемые контроллеры в стандарте PC/104 фирмы Hitex Automation, Германия



- Рис. 2.118 – встраиваемый контроллер HiCO486 на процессоре AMD Elan SC410 – 66/100 МГц
- Рис. 2.119 – встраиваемый контроллер HiCOGEODE на процессоре NationalGeode CPU 6x86-200 МГц
- Форматы MicroPC и PC/104 – для жестких условий эксплуатации: температура -40 ... +85 грЦ, вибрация до 5g, удары до 20g и более.
- Фактически это встраиваемые одноплатные промышленные компьютеры.

# Архитектура ПЛК

Архитектурой контроллера называют набор его основных компонентов и связей между ними.

Типовой состав ПЛК

включает:

- центральный процессор,
- память,
- сетевые интерфейсы,
- устройства ввода-вывода,
- иногда эта конфигурация дополняется устройством для программирования и пультом оператора, устройствами индикации, реже — принтером, клавиатурой, мышью или трекболом.

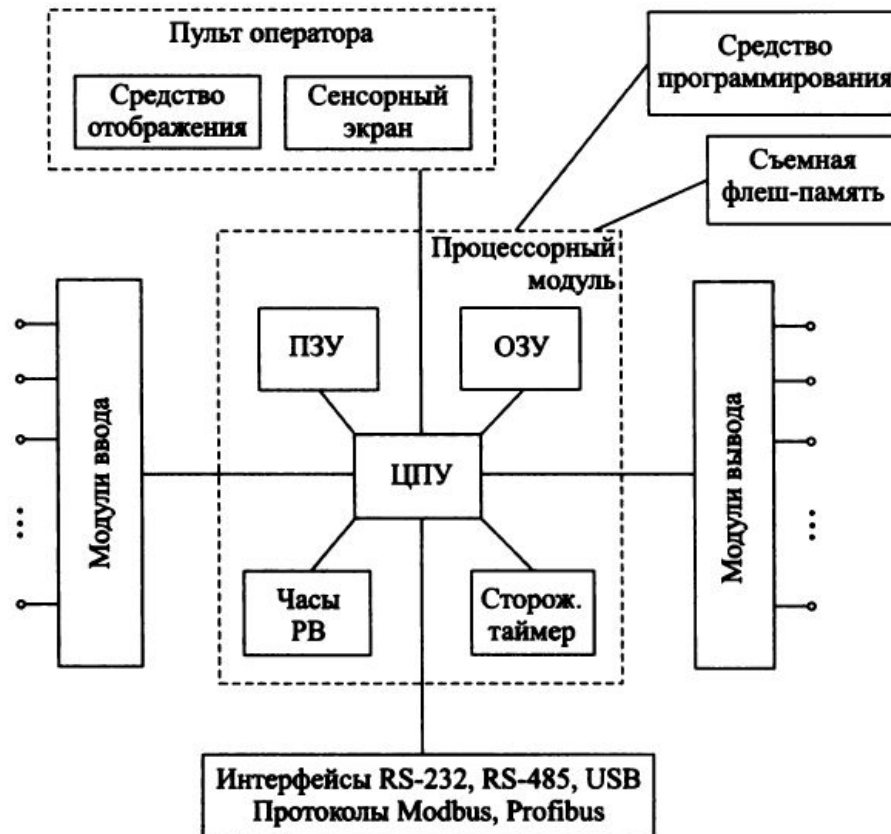


Рис. 6.1. Типовая архитектура ПЛК



# Архитектура ПЛК

- *Процессорный модуль* включает в себя микропроцессор (центральное процессорное устройство — ЦПУ), запоминающие устройства, часы реального времени и сторожевой таймер. Термины «микропроцессор» и «процессор» в настоящее время стали синонимами.
- Большинство контроллеров используют микропроцессоры с сокращенным набором команд (RISC — Reduced Instruction Set Computing), в которых используется небольшое количество команд одинаковой длины и большое количество регистров.
- Для контроллеров, выполняющих интенсивную математическую обработку данных, важно наличие математического сопроцессора (вспомогательного процессора, выполняющего операции с плавающей точкой) или сигнальных процессоров, в которых операции типа  $Y = AB + X$  выполняются за один такт. Сигнальные процессоры позволяют ускорить выполнение операций свертки или быстрого преобразования Фурье.
- В качестве ПЗУ (или ROM — Read Only Memory) обычно используется электрически стираемая перепрограммируемая память (EEPROM). Разновидностью EEPROM является флэш-память, принцип действия которой основан на хранении заряда в конденсаторе, образованном плавающим затвором и подложкой МОП-транзистора. Особенностью флэш-памяти является ее энергонезависимость.
- В качестве ОЗУ современные микропроцессоры используют статическую память (SRAM — Static Random Access Memory) и динамическую (DRAM — Dinamic Random Access Memory), SDRAM (Synchronous DRAM — быстродействующая синхронная динамическая память, работающая на частоте системной шины). SRAM выполняется на триггерах.
- Моноблочные и модульные контроллеры используют, как правило, параллельную шину для обмена данными с модулями ввода-вывода, что позволяет на порядок повысить быстродействие их опроса по сравнению с последовательной шиной. Параллельные шины могут быть стандартными (ISA, PC/104, PCI, CompactPCI, VME, CXM) или частнофирменными. Последовательная шина контроллера (на основе интерфейса RS-485) используется для подключения к нему удаленных (распределенных) модулей ввода-вывода.

# Архитектура ПЛК

- *Программирование* контроллеров малой мощности выполняется с помощью кнопок, расположенных на лицевой панели или с помощью переносного пульта для программирования. В качестве пульта в последнее время используется компьютер формата «ноутбук». Программирование мощных контроллеров выполняется с помощью персонального компьютера, на котором устанавливается специальное программное обеспечение, например CoDeSys или ISaGRAF.
- *Сторожевой таймер* (Watchdog Timer — WDT) представляет собой счетчик, который считает импульсы тактового генератора и в нормальном режиме периодически сбрасывается (перезапускается) работающим процессором. Если процессор «зависает», то сигналы сброса не поступают в счетчик, он продолжает считать и при достижении некоторого порога вырабатывает сигнал «Сброс» для перезапуска «зависшего» процессора.
- Часы реального времени (RV) представляют собой кварцевые часы, которые питаются от батарейки и поэтому продолжают идти при выключенном ПЛК. Часы RV используются, когда необходима привязка данных или событий к астрономическому времени.
- Одной из тенденций в развитии ПЛК является использование процессорных модулей разной мощности для одного конструктива контроллера. Это позволяет получить серию контроллеров разной мощности и тем самым покрыть больший сегмент рынка, а также выполнить модернизацию (upgrade) контроллеров, купленных потребителями, путем замены всего одного модуля.
- *Источник питания.* Стандартными напряжениями питания ПЛК являются напряжения 12, 24 и 48 В. Источником электрической энергии обычно является промышленная сеть 220 В, 50 Гц. В случае распределенных систем автоматизации источник питания может быть расположен вдали от ПЛК, поэтому напряжение на клеммах ПЛК или модулей ввода-вывода может сильно отличаться от напряжения источника питания вследствие падения напряжения на сопротивлении кабеля. Для решения этой проблемы каждый ПЛК или каждый модуль удаленного ввода снабжаются встроенным стабилизатором напряжения, который обеспечивает нормальное их функционирование в диапазоне напряжений от 10 до 30 В.
- Низкое напряжение питания позволяет питать контроллеры от аккумуляторов бортовых сетей транспортных средств или переносных аккумуляторов.

# Характеристики ПЛК

*Производительность* ПЛК оценивается по следующим параметрам:

- длительность контроллерного цикла (период считывания значений из каналов ввода, обработки в процессоре и записи в каналы вывода);
- время выполнения команд (отдельно логических, с фиксированной и с плавающей точкой);
- пропускная способность шины между контроллером и модулями ввода-вывода;
- пропускная способность промышленной сети;
- время цикла опроса всех контроллеров в одномастерной сети или цикл обращения маркера для многомастерных сетей с маркером;
- время реакции контроллера — это интервал времени от момента появления воздействия на систему (со стороны модулей ввода или оператора) до момента выработки соответствующей реакции. Время реакции зависит от длительности рабочего цикла контроллера.

В контроллерах для ответственных применений могут быть предусмотрены следующие функции самодиагностики:

- обнаружение ошибок центрального процессора;
- сигнализация о срабатывании сторожевого таймера;
- обнаружение отказа батареи или источника питания;
- обнаружение сбоя памяти;
- проверка программы пользователя;
- обнаружение выхода из строя предохранителя;
- обнаружение обрыва или короткого замыкания в цепи датчика и нагрузки.

*Возможность горячей замены* элементов системы (т.е. без отключения питания) достигается одновременно аппаратными и программными средствами. Аппаратно предусматривается независимость начального состояния устройства от очередности подачи сигналов на его клеммы в процессе замены; программно обеспечивается возможность временного отсутствия компонента системы без ее зависания или перехода в аварийные режимы.

# Надежность ПЛК

- *Надежность* контроллеров характеризуется наработкой на отказ, которая определяется как отношение суммарного времени работоспособного состояния контроллера к математическому ожиданию числа его отказов в течение этого времени (ГОСТ 27.002-89) или наработкой до отказа — временем от начала эксплуатации до первого отказа.
- Для повышения безопасности систем автоматизации в контроллерах используются команды для установки начального состояния выходов сразу после подачи питания или в аварийном режиме. Эти состояния выбираются таким образом, чтобы после восстановления напряжения питания при случайном его прерывании или в аварийном режиме системы исполнительные устройства находились в безопасном для персонала или системы состоянии.
- Способность контроллера переводить свои выходы в заранее определенное состояние сразу после обнаружения снижения напряжения питания или после внутреннего отказа называется *отказоустойчивым отключением*.
- *Горячим рестартом* называют повторный запуск ПЛК, который выполняется настолько быстро после пропадания питания, что все динамические переменные не успевают измениться и поэтому работоспособность восстанавливается таким образом, будто питания не пропадало.
- *Теплым рестартом* называют повторный запуск после обнаружения неисправности питания с заранее определенным и программируемым пользователем множеством динамических данных и системным контекстом прикладной программы.
- *Помехоустойчивость* контроллера обычно оценивается по его соответствию комплексу стандартов по электромагнитной совместимости.
- Промышленные контроллеры используют гальваническую изоляцию для устранения паразитных связей по общему проводу, земле и для защиты оборудования от высоких напряжений.

## Защита контроллера от воздействий окружающей среды

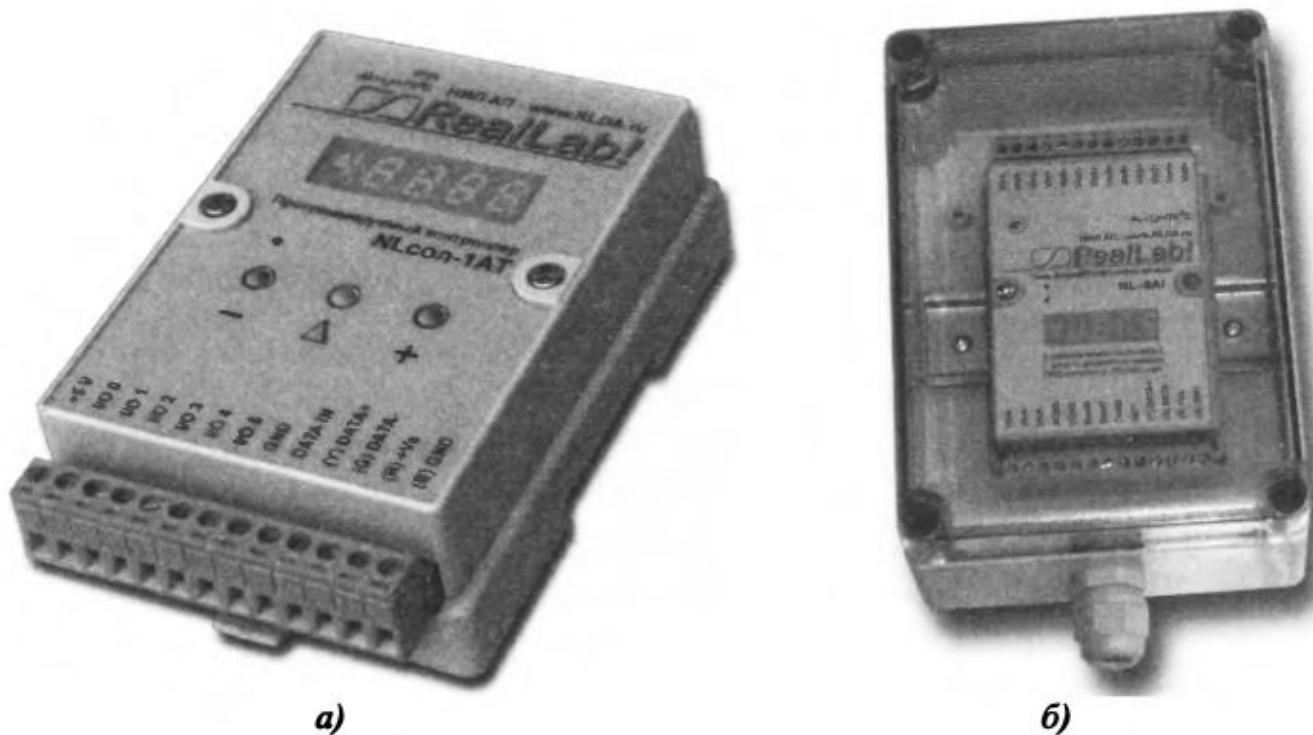
Степень *защиты* от воздействия окружающей среды, обеспечиваемая корпусом контроллера, классифицируется ГОСТ 14254-96. Для обозначения степени защиты используются две буквы «IP», за которыми следуют две цифры. Первая цифра обозначает степень защиты изделия от попадания внутрь твердых посторонних тел, вторая цифра обозначает степень защиты изделия от попадания воды.

Таблица 6.1

Значения цифр в обозначении IP степени защиты

Первая цифра	Степень защиты	Вторая цифра	Степень защиты
0	Защита отсутствует	0	Защита отсутствует
1	Защита от твердых тел размером более 50 мм	1	Защита от капель воды
2	Защита от твердых тел размером более 12 мм	2	Защита от капель воды при наклоне до 15°
3	Защита от твердых тел размером более 2,5 мм	3	Защита от дождя
4	Защита от твердых тел размером более 1 мм	4	Защита от брызг
5	Защита от пыли	5	Защита от водяных струй
6	Пыленепроницаемость	6	Защита от волн воды
		7	Защита при погружении в воду
		8	Защита при длительном погружении в воду

# Защита контроллера от воздействий окружающей среды – примеры корпусов



**Рис. 6.2.** Контроллеры в корпусах со степенью защиты IP20 (а) и IP66 (б)

# Пример ПЛК

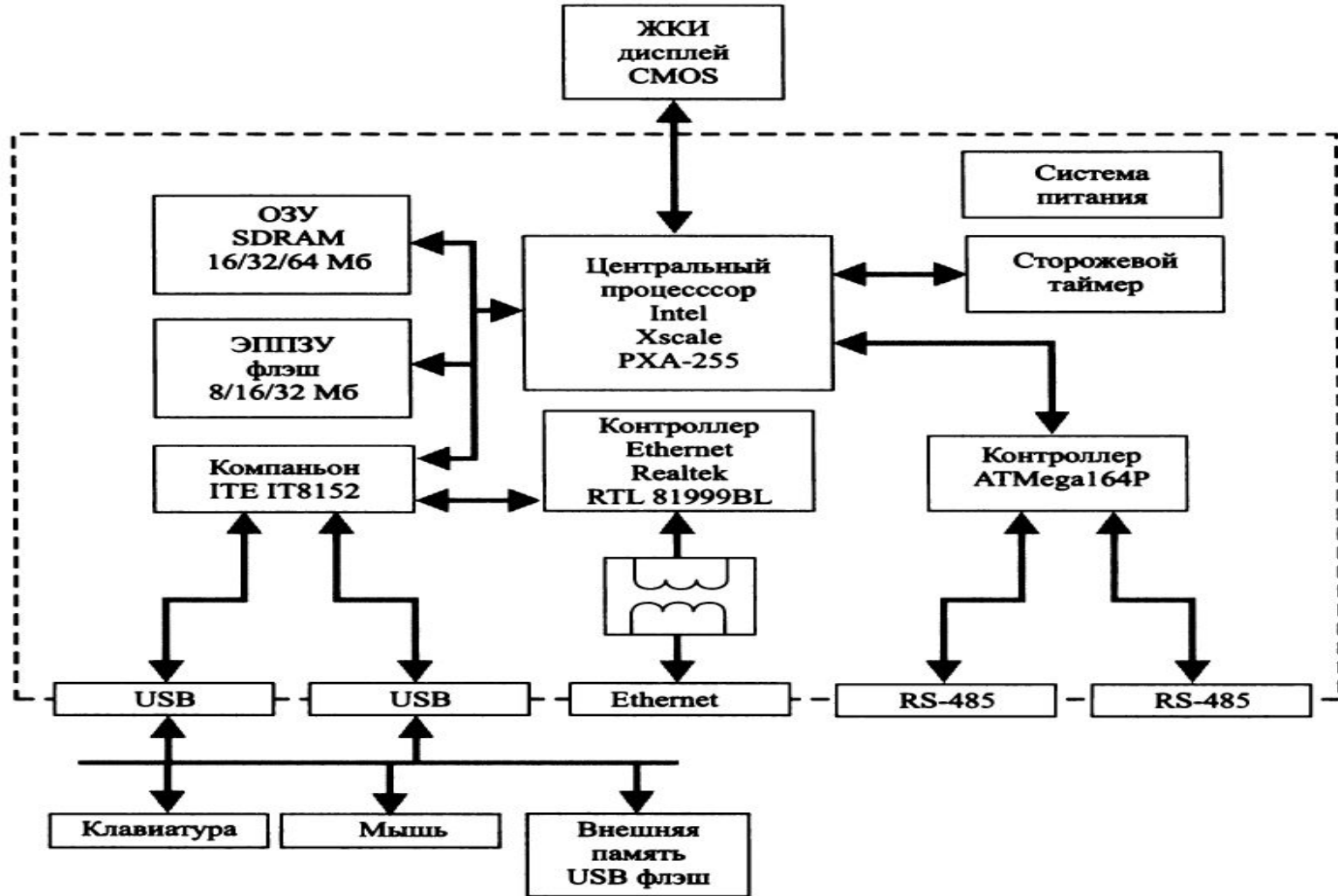


Рис. 6.3. Архитектура ПЛК NLcon-CE ([www.RealLab.ru](http://www.RealLab.ru))

# Пример ПЛК

Контроллер построен на базе мощного (для ПЛК) процессора PXA-255 фирмы Intel и работает с удаленными модулями ввода-вывода через интерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU или DCON.

- Центральный процессор управляет ОЗУ (SDRAM емкостью 32/64 МБ), ЭППЗУ (флэш-память емкостью от 128 Мб до 1 Гб ), ЖКИ дисплеем и внешними портами с помощью вспомогательных контроллеров ввода-вывода.
- Вспомогательный контроллер («компаньон») ITE IT8152 управляет двумя USB портами и контроллером Realtek, который реализует стек протоколов Ethernet.
- Два порта RS-485 выполнены на основе контроллера Atmega64P с использованием двух UART процессора PXA-255.
- ЖКИ-дисплей подключается непосредственно к ЦП с помощью плоского кабеля (длина до 30 см) через параллельный интерфейс CMOS. Разрешение до 640x480 и глубиной цвета 64 тыс. цветов для цветного режима или 256 оттенков серого для монохромного
- Мышь и клавиатура подключаются к ПЛК с помощью двух USB портов, которые могут быть использованы также для подключения съемной USB-флэш памяти.
- Потребляемый ток: 600 мА.
- Влажность воздуха от 10 до 90 % без конденсации влаги.

Контроллер выполнен полностью по идеологии открытых систем. Признаками открытости являются:

- стандартный интерфейс RS-485;
- протоколы Modbus RTU и DCON;
- поддержка Ethernet 10BASE-T/ 100BASE-T ;
- работа под ОС PB Windows CE;
- программирование на языках C++, Visual Basic, C#;
- программирование на пяти языках МЭК 61131-3 с помощью CoDeSys;
- OPC-сервер, функционирующий в среде Windows CE;
- стандартная мышь и клавиатура;
- крепление на DIN-рейку.



## Характеристики процессора

- 32-разряда, набор команд ARM версии 5TE ISA, с ядром (микроархитектурой) XScale;
- суперконвейерная архитектура процессора;
- тактовая частота процессора 400 МГц;
- тактовая частота системной шины 100 МГц;
- скоростной интерфейс с флэш-памятью;
- имеет режимы пониженного потребления;
- кэш-память процессора емкостью 32 Кб для данных и 32 Кб для команд;
- мини-кэш емкостью 2 Кб для обработки потока данных;
- контроллер флэш-памяти с тактовой частотой шины 100 МГц;
- сопроцессор для одновременного умножения двух 16-битных чисел с 40-битным накопителем. Соединен с центральным процессором 32-разрядной шиной;
- поддержка USB v.1.1 — 2 шт.,
- сторожевой таймер.

# Компьютер в качестве контроллера

Компьютер может быть превращен в полноценный контроллер, если на него установить:

- систему программирования контроллеров (например, CoDeSys или ISaGRAF);
- электронный диск вместо обычного жесткого диска;
- платы ввода-вывода или внешние модули ввода-вывода;
- сторожевой таймер.

Электронный диск - ПЗУ, состоящее из микросхем флэш-памяти и конструктивно выполненное в виде корпуса обычного жесткого диска формата 2.5", 3.5" или 5.25" со стандартными интерфейсами IDE и SCSI. Основными достоинствами электронного диска являются:

- высокая устойчивость к вибрациям,
- отсутствие акустического шума,
- высокая надежность,
- низкое энергопотребление,
- малый вес.

К достоинствам ПК при их использовании в качестве контроллеров относятся:

- на порядок большая емкость оперативной памяти;
- наличие жесткого диска с практически неограниченной емкостью;
- на порядки более высокое быстродействие;
- быстрое развитие аппаратного обеспечения (модернизация компьютеров происходит каждые 4...6 месяца, контроллеров — через 3...5 лет);
- в несколько раз более низкая цена;
- возможность комплектации компьютера из частей, производимых большим числом независимых производителей;
- возможность создания всей системы автоматизации с помощью SCADA-пакетов (например, MasterSCADA, Trace Mode), без привлечения систем программирования контроллеров и средств связи контроллера с компьютером;
- наличие стандартов на шины, что обеспечивает большое число независимых поставщиков стандартных компьютерных плат.

## Платы и внешние модули ввода-вывода для компьютера



Комплект MXI-4 фирмы National Instruments состоит из PCI-платы, устанавливаемой в ПК, и PXI-модуля, соединенных медным или оптоволоконным кабелем.

# 8-слотовое PXI-шасси National Instruments



# Компьютер для общения с оператором

Компьютер здесь выполняет роль человеко-машинного интерфейса (ЧМИ). Для улучшения эргономичности и эффективности работы оператора используют SCADA-пакеты с использованием звука, анимации, высококачественной цветной графики и множеством интеллектуальных функций, облегчающих работу оператора.

Для создания ЧМИ используют мониторы с сенсорным экраном, плазменные панели, проекторы экрана компьютера на стену, трекбол, звуковые колонки, сирены, клавиатуры со степенью защиты от IP-20 до IP-67.

Сенсорный экран представляет собой стеклянную или пластиковую пластину, прикрепленную поверх экрана обычного монитора. Для определения координат касания экрана пальцем оператора используют в основном четыре физических принципа:

- поглощение пальцем энергии поверхностных акустических волн,
- изменение емкостного тока при касании экрана,
- изменение сопротивления между двумя прозрачными проводящими поверхностями при надавливании пальцем,
- принцип затенения инфракрасных лучей, исходящих из излучателей по периметру экрана.

Наибольшее распространение получили резистивные и емкостные сенсорные экраны.

В промышленной автоматизации используются также панели оператора, которые вместо клавиатуры имеют несколько специализированных кнопок, а вместо монитора — миниатюрный дисплей, на котором умещается всего несколько строк текста или графики. Такие устройства подключаются к COM-порту компьютера.

Для монтажа на панель (на дверцу шкафа, на стену) используют панельные компьютеры, которые объединяют в одном конструктиве процессорный блок, дисплей с сенсорным экраном и клавиатуру.

## National Instruments FPT - 1015 — 15-дюймовый промышленный сенсорный ЖК дисплей



- Цветной 15-дюймовый ЖК дисплей стандарта XGA TFT
- Сенсорный экран резистивного типа
- Максимальное разрешение 1024x768
- Яркость 250 кд/м<sup>2</sup>
- Кнопки на лицевой панели для настройки изображения
- Стандартный VGA-интерфейс
- USB-порт
- Надежный корпус из нержавеющей стали с алюминиевой передней панелью
- Диапазон рабочих температур от 0 до 50 °С
- Драйверная поддержка для Windows 2000/NT/XP

# National Instruments TPC-2012 — 12-дюймовый панельный компьютер с ОС Windows CE



Сенсорный ЖК дисплей стандарта SVGA TFT размером 12.1 дюйм и максимальным разрешением 800x600

Процессор AMD GX3 LX800 с тактовой частотой 500 МГц

256 МБ оперативной памяти DDR SDRAM и карта CompactFlash 128 МБ

Коммуникационные порты

- 2 x USB 2.0
- 1 x Ethernet (10/100 Мбит/с)
- 3 x RS232
- 1 x RS232\485
- Клавиатура/мышь PS2

# National Instruments PPC-2015 и PPC-2115 — панельные компьютеры



Intel Celeron 1 ГГц, 40 ГБ жесткий диск, 512 МБ оперативной памяти – NI PPC+2115;

Intel Pentium 4 2 ГГц, 40 ГБ жесткий диск, 512 МБ оперативной памяти, CD-ROM, дисковод – 3.5" – NI PPC+2015

Цветной 15-дюймовый (XGA TFT) ЖК дисплей

2 PCI слота – NI PPC-2015

Коммуникационные порты

- 1 LPT
- 1 x RS232, 1 x RS485 – PPC-2015; 2 x RS232, 1 x RS485 – PPC-2115
- 5 x USB 2.0 – PPC-2015; 2 x USB 2.0 – PPC-2115
- 1 x Ethernet (10/100 Мбит/с) – PPC-2115;
- 2 x Ethernet (1 – 10/100 Мбит/с, 1 – 10/100/1000 Мбит/с) – PPC-2115
- 2 x PS2 – PPC-2015; 1 x PS2 – PPC-2115
- 1 слот для Compact Flash – PPC-2115

Передняя панель стандарта NEMA4/IP65

Диапазон рабочих температур от 0 до 50 °C



# Промышленные компьютеры

Промышленные компьютеры существенно отличаются от офисных по конструктивным признакам, однако используют те же микропроцессоры и архитектуру. Основными отличиями являются следующие:

- разъемы для сменных плат устанавливаются на пассивной объединительной панели, а не на материнской плате;
- для сменных плат используются надежные штырьковые разъемы;
- для смены плат не нужно раскрывать корпус;
- используются специализированные промышленные компьютерные шины CompactPCI, AdvancedTCA, COMExpress, VME, VXI и др.;
- вместо жесткого диска может быть использована флэш-память;
- наличие сторожевого таймера;
- применение вентиляторов со сменным пылеулавливающим фильтром или отсутствие вентиляторов;
- прочная несущая конструкция с надежным креплением плат пружинящими планками с винтовыми зажимами;
- применение блоков питания повышенной надежности, с защитой от короткого замыкания по выходу и с расширенным диапазоном сетевых напряжений (от 100 до 250 В);
- резервирование блоков питания;
- наличие энергонезависимой оперативной памяти (с аккумуляторным питанием), которая сохраняет данные при сбоях или исчезновении питания;
- в одном конструктиве и на одной объединительной шине может располагаться несколько компьютерных систем;
- наличие съемной флэш-памяти;
- применение, кроме Windows, операционных систем DOS, Linux и операционных систем реального времени.

## Конструктивное исполнение промышленного компьютера

- Обеспечивает защиту от пыли, влаги, вибрации, электромагнитных наводок и облегчает техническое обслуживание.
- Для работы в диапазоне температур от -40 до +70 °С используется промышленная элементная база с расширенным температурным диапазоном или искусственный подогрев и принудительное охлаждение.
- Органы управления промышленным компьютером (кнопка сброса, питания и клавиатура) могут закрываться дверцей с ключом.
- Подавляющее большинство промышленных компьютеров относится к магистрально-модульным системам. Они не имеют объединительной материнской платы, вместо нее используется пассивная кросс-плата (соединительная плата), содержащая только разъемы, соединенные общей магистралью. Все платы компьютера вставляются в корпус спереди и закрепляются планками с амортизаторами для повышения виброустойчивости. Это сделано для удобства замены плат при обслуживании. Платы соединяются с кросс-платой с помощью штырьковых разъемов, которые гораздо надежнее печатных разъемов в офисных ПК. Число слотов для сменных плат превышает 10.

## Конструктив промышленного компьютера Siemens



- Вентиляция с избыточным давлением с вентилятором и фильтром на лицевой панели
- Разработан для непрерывной работы 24 часа в сутки
- Встроенные функции мониторинга (температура, работа вентилятора, сторожевой таймер)
- Небольшая глубина монтажа в шкафы (не более 500 мм)
- Защита от пыли с концепцией повышенного давления внутри, создаваемого вентиляторами и фильтрами впереди
- Универсальное использование как рабочей станции, так и как сервера

## Компьютеры стандарта PC/104

- Являются самыми маленькими в классе магистрально-модульных систем, размер платы составляет 90x96 мм. Первые изделия на основе этого стандарта появились в 1992 г. на транспорте и в системах обороны для управления беспилотными летательными аппаратами, в ракетных комплексах, бортовых системах контроля и навигации.
- Стандарт PC/104 использует шину ISA, но с измененными типами разъемов (используется 104 контакта) и нагрузочными характеристиками линий шины.
- В 1997 г. консорциум PC/104 ввел спецификацию PC/104-Plus, в которую был добавлен интерфейс PCI с 120 контактами. Позже были введены стандарты PC/104+, PCI-104 и PCI/104express с шиной PCI Express.
- Платы стандартов PC/104 собираются «бутербродом» и скрепляются втулками и винтами. Такой конструктив используется для небольших систем, обычно число плат не превышает 4-х.

## Ampro CoreModule 740 Одноплатный компьютер стандарта PC/104-Plus



- Одноплатный компьютер Ampro by ADLINK CoreModule 740 построен на базе платформы Intel Luna Pier с процессором Atom N450 1,6 ГГц (Pineview-M) и набором микросхем ICH8M. Он оснащен двумя портами USB 2.0, одним каналом IDE, шиной LPC, интерфейсом НГМД, LPT-портом и двумя последовательными портами, проходными мезонинными разъемами и интегрированным видеоадаптером в компактном одноплатном компьютере форм-фактора ISM.
- Мезонинной называется плата, которая располагается параллельной основной и соединяется с ней разъемами.
- CoreModule 740 разработан в защищенном исполнении и может работать при температурах от -40 до +85 °С, выдерживать вибрации до 11.95 g, удары до 50 g, удовлетворяет требованиям военных и аэрокосмических приложений для самых экстремальных условий.
- Типичная сфера применения CoreModule 740: военные, промышленные и транспортные приложения.