

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

- КЛАССИФИКАЦИЯ

ПЛК

- НАЗНАЧЕНИЕ

- АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ

- ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ / СИСТЕМА ИСПОЛНЕНИЯ

- ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ / УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА

- ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ / СТАНДАРТ МЭК-61131-3

- БАЗОВЫЙ ЦИКЛ РАБОТЫ

- КЛАССИФИКАЦИЯ

- ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ / ПРОГРАММИРУЕМЫЕ РЕЛЕ (ПР)

- МОНОБЛОЧНЫЙ ПЛК

- МОДУЛЬНЫЙ ПЛК

- РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

- НАЗНАЧЕНИЕ

- ОДНОПЛАТНЫЙ КОМПЬЮТЕР

- ПРОЦЕССОРНАЯ ПЛАТА

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

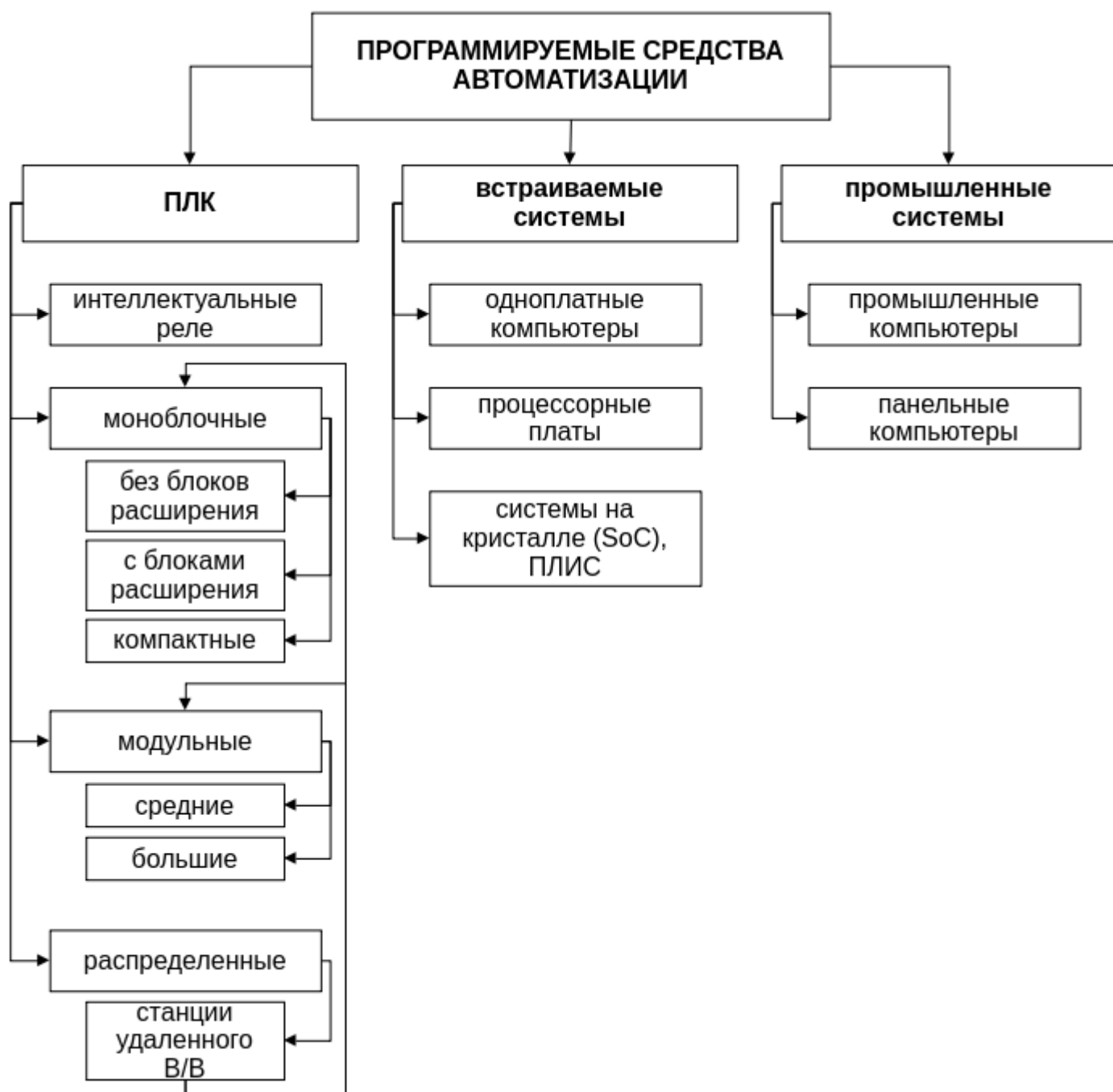
- НАЗНАЧЕНИЕ

- ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЬЮТЕР

- ПАНЕЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

КЛАССИФИКАЦИЯ



НАЗНАЧЕНИЕ

Программируемый логический контроллер (ПЛК) Programmable logic controller (PLC)

Подкласс программируемых устройств управления.

Полностью готовое, самостоятельное, программируемое устройство:

- аппаратная часть:
 - с корпусом,
 - на базе микропроцессорной техники,
 - разрабатывается производителем ПЛК;
- системная программная часть:
 - операционная система + целевая система,
 - разрабатывается и предоставляется производителем ПЛК;
- пользовательская программная часть:
 - разрабатывается пользователем ПЛК.

Архитектура ПЛК является закрытой: изменение аппаратной и программной (системной) части невозможно конечным пользователем.

Аппаратная часть ориентирована на работу с разнообразным электронным оборудованием через развитую систему ввода/вывода (ввод сигналов с датчиков, вывод сигналов на исполнительные механизмы, обмен данными через цифровые интерфейсы связи).

Системная программная часть обеспечивает:

- реальное время — когда система реагирует на внешние воздействия за минимально короткий период времени (без задержек);
- исполняет специальный системный функционал (операционная система, целевая система), обеспечивающий работу периферии (каналы ввода/вывода, сетевые интерфейсы) в заданных режимах;
- исполняет прикладной функционал, который реализуется пользователем (инженером-программистом, инженером по автоматизации, технологом) в специальной среде программирования и предназначен для выполнения логики управления каким-то объектом или технологическим процессом.

Как таковые, первые ПЛК появились в 1969 году и применялись на автомобильном заводе GeneralMotors для замены релейных схем управления.

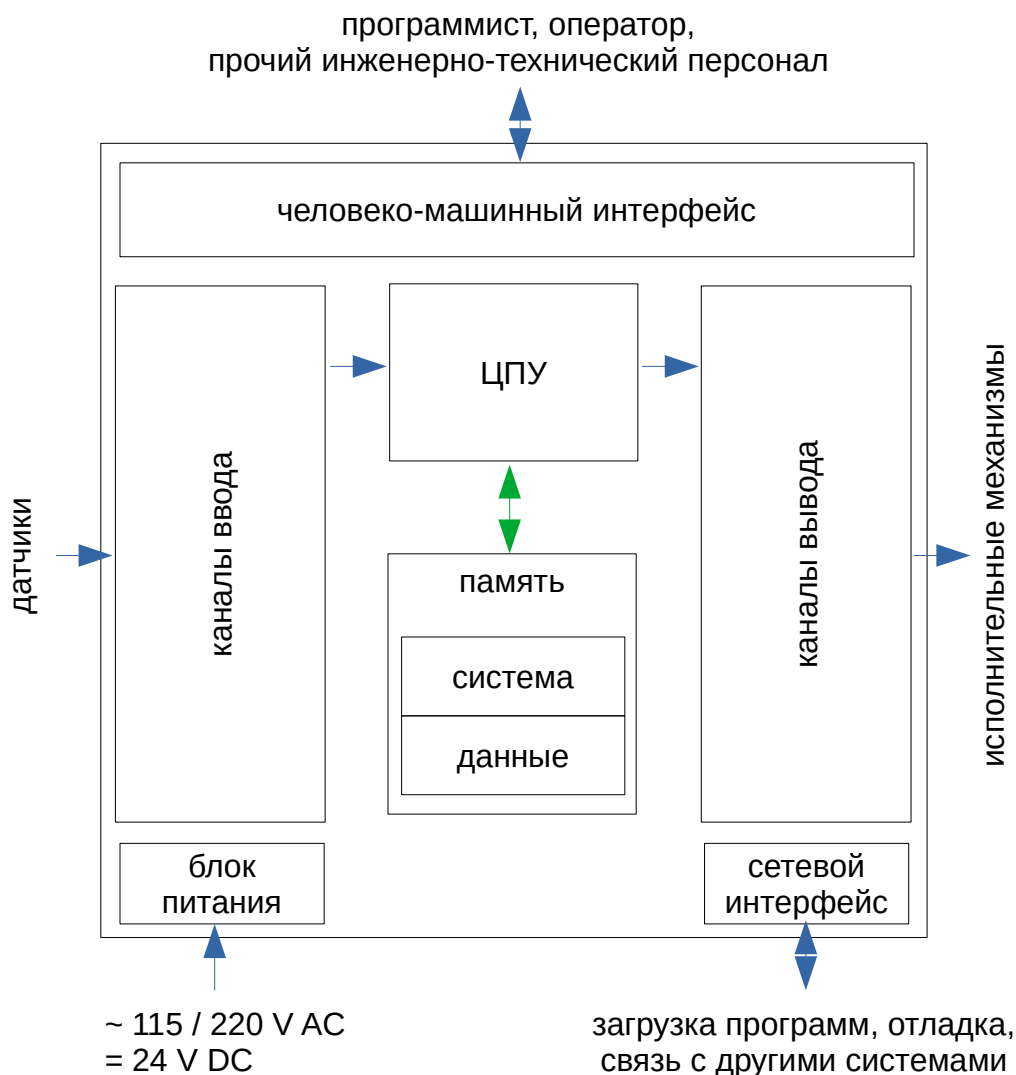
Современные ПЛК, использующие инновационные технологии, далеко ушли от первых упрощенных реализаций промышленного контроллера, но заложенные в систему управления универсальные принципы были стандартизированы и успешно развиваются уже на базе новейших технологий.

ПЛК широко используются как в небольших локальных системах автоматизации, так и в больших распределенных системах управления, где ПЛК может выполнять как базовые функции управления, так и функции ввода/вывода, коммутатора, хранилища данных.

АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ

ПЛК может состоять из следующих компонентов:

- блок питания;
- блок центрального процессора (ЦПУ);
- блок памяти;
- блок каналов ввода/вывода (В/В);
- блок цифрового интерфейса связи;
- человеко-машинный интерфейс.



Компоненты ПЛК, в зависимости от класса ПЛК, могут располагаться как в пределах одного корпуса (все на одной плате или на отдельных платах), так и отдельно друг от друга (каждый в своем корпусе).

АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ

Каналы ввода

- Контакты, клеммы, разъемы
+ электрическая схема защиты и/или преобразования входного сигнала.
- Обеспечивают связь ПЛК с внешними датчиками.
- Различают входы:
 - аналоговые (AI, для работы с аналоговыми сигналами);
 - дискретные (DI, для работы с дискретными сигналами).

ЦПУ

- Процессор, микроконтроллер или система на кристалле (SoC).
- Обеспечивает логику работы устройства:
 - управляет памятью, каналами В/В, сетевыми интерфейсами, индикацией;
 - исполняет прикладное программное обеспечения.

Память

- Оперативная память (ОЗУ, RAM, SDRAM):
 - энергозависимая (обнуляется при пропадании питания)
сюда загружается программа и данные во время работы.
- Память программ (ROM, FLASH):
 - энергонезависимая (необнуляется при пропадании питания)
здесь хранится программное обеспечение и постоянные данные (константы).
- Хранилище данных (ROM, FLASH, EEPROM):
 - энергонезависимая
здесь хранятся постоянные данные (константы), данные пользователя.

Каналы вывода

- Контакты, клеммы, разъемы
+ электрическая схема защиты и/или преобразования выходного сигнала.
- Обеспечивают связь ПЛК с внешними исполнительными механизмами.
- Различают выходы:
 - аналоговые (AO, для работы с аналоговыми сигналами);
 - дискретные (DO, для работы с дискретными сигналами).

Сетевые интерфейсы

- Контакты, клеммы, разъемы
+ электрическая схема защиты и/или драйвера приемо-передатчика.
- Обеспечивают связь ПЛК с внешними цифровыми системами (данные передаются по специальному протоколу).
- Различают интерфейсы:
 - USB, RS-232, RS-422, RS-485 (последовательные интерфейсы);
 - ETHERNET;
 - OPTIC FIBERS (оптика).

ПЛК

АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ

Блок питания

- Контакты, клеммы, разъемы
+ электрическая схема защиты и/или преобразования напряжения.
- Обеспечивают электрическое питание ПЛК
(может быть использован для питания цепей В/В).

Человеко-машинный интерфейс

- Кнопки, переключатели, светодиодная индикация, экраны.
- Обеспечивают местное взаимодействие человека с ПЛК.

ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ

Поскольку ПЛК строится на базе цифровой схемотехники, то предполагается наличие программного обеспечения (ПО) и языковых средств программирования, с помощью которых реализуется:

- логика работы самого ПЛК,
- логика системы управления технологическим процессом.

Вся реализованная (запрограммированная) логика хранится в энергонезависимой памяти (**память программ**), встроенной в ПЛК, и, поэтому, называется встраиваемым (или встроенным) программным обеспечением.

Обычно, встраиваемое ПО специализировано для конкретного ПЛК и имеет, соответствующие ему, ограничения по ресурсам: вычислительная мощность, размер доступной памяти и наличие той или иной периферии (каналы В/В с определенным функционалом, сетевые интерфейсы и т. п.).

Функционально встраиваемое ПО разделяют на:

- системное (**система исполнения / целевая система / target**),
- пользовательское (**управляющая программа**).



ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ

СИСТЕМА ИСПОЛНЕНИЯ / ЦЕЛЕВАЯ СИСТЕМА / TARGET

Системное программное обеспечение, которое реализует базовую логику работы ПЛК.

Разрабатывается и поставляется производителем ПЛК (загружена в память программ).

Базовые функции

- Аппаратные:
 - обеспечение работы каналов В/В в заданном режиме,
 - передача данных через каналы сетевых цифровых интерфейсов,
 - работа с памятью (чтение/запись);
- Системные:
 - событийность (обработка прерываний и событий),
 - служба времени (аппаратные и программные таймеры),
 - логический параллелизм (многозадачность),
 - связь с управляющей программой (загрузка/обновление, исполнение, отладка).

Методы реализации

- Bare Metal («без операционной системы»):
 - основа:
 - бесконечный главный цикл (main loop);
 - реализация многозадачности:
 - с помощью обработчиков прерываний и событий;
 - время отклика на прерывание:
 - жесткое, гарантированное.
- RTOS (ОСРВ, операционная система реального времени):
 - основа:
 - ОСРВ для микроконтроллеров (например, FreeRTOS), предоставляющая набор готовых функций операционной системы: планировщик задач / процессов, средства работы с памятью, программные таймеры, средства межпроцессного взаимодействия (мьютексы, семафоры и т. п.);
 - реализация многозадачности:
 - средствами ОСРВ,
 - с помощью обработчиков прерываний и событий;
 - время отклика на прерывание:
 - жесткое, гарантированное.
- OS (ОС, операционная система):
 - основа:
 - полноценная ОС общего назначения (например, Linux, Windows);
 - реализация многозадачности:
 - средствами ОС;
 - время отклика на прерывание:
 - мягкое, негарантированное (с задержками).

ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ

Способы решения проблемы отсутствия реального времени для метода «OS»

- Специальная сборка ОС Linux:
 - патч ядра с поддержкой реального времени
(например, *Linux+RT*).
- Использование микроядра ОСРВ совместно с «мягким» ядром ОС, где:
 - ОСРВ исполняет ОС как задачу (т. е. ОС напрямую от процессора не тактируется),
 - при возникновении прерывания:
 - задача с ОС приостанавливается,
 - выполняется функционал обработчика прерывания,
 - задача с ОС возобновляется.(например, *FreeRTOS+Linux*, *Xenomai Linux*, *QNX*, *Windows CE*).

Таким образом:

- Система исполнения является важной составляющей ПЛК.
- Без системы исполнения ПЛК функционировать не будет.

ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ

УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА

Прикладное программное обеспечение, которое реализует алгоритм управления технологическим процессом.

Предполагается, что разработкой управляющей программы занимается специалист, непосредственно проектирующий или эксплуатирующий систему управления технологического процесса — пользователь ПЛК (инженер АСУ ТП, инженер-системотехник, инженер-технолог).

Из-за того, что пользователь ПЛК, зачастую, не является профессиональным программистом, использование здесь языков программирования низкого или среднего уровней (например, Си, Си++) не подходит. Поэтому, для написания управляющей программы применяются специальные, простые в изучении и понимании, языки программирования верхнего уровня - **языки промышленной автоматизации**, стандарт **МЭК-61131-3 (IEC-61131-3)**.

Языки программирования МЭК-61131-3 структурированы таким образом, чтобы программирование велось в естественных терминах автоматизируемого технологического процесса.

ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ

СТАНДАРТ МЭК-61131-3

МЭК (IEC, International Electrotechnical Commission, Международная электротехническая комиссия) - международная некоммерческая организация по стандартизации в области электрических, электронных и смежных технологий.

МЭК-61131-3 (IEC-61131-3, ГОСТ Р МЭК-61131-3) - раздел международного стандарта МЭК-61131 (IEC-61131), устанавливающий синтаксис и семантику языков программирования для программируемых устройств управления. Первая редакция стандарта вышла в 1993 году, вторая — в 2003 г., третья — в 2012 г. (IEC 61131-3:2013 / ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016).

Языки программирования

Стандарт МЭК-61131-3 описывает следующие языки программирования:

- ST (Structured Text) – структурированный текст,
- IL (Instruction List) — список инструкций,
- LD (Ladder Diagram) - релейно-контактные схемы,
- FBD (Function Block Diagram) — функциональные блочные диаграммы,
- SFC (Sequential Function Chart) – последовательные функциональные диаграммы.

Среда программирования

Среда программирования стандарта МЭК-61131-3 — это система программных средств, используемая инженерами АСУ ТП для разработки управляющих программ. Программирование в среде, соответственно, выполняется на языках программирования данного стандарта.

Среда программирования, обычно, включает в себя:

- редакторы языков программирования,
- транслятор и компилятор программ в машинный код процессора ПЛК,
- программные средства связи с ПЛК
(для загрузки и отладки управляющей программы)
- программный отладчик
(для отладки управляющей программы в режиме реального времени)
- редактор «человеко-машинного интерфейса»
(HMI, не для всех сред)

Некоторые производители средств автоматизации для своих контроллеров разрабатывают собственные среды программирования — это, так называемые, аппаратнозависимые среды. Обычно, эти среды являются закрытыми — не могут быть использованы другими производителями. Например, фирма Siemens только для своих контроллеров разрабатывает собственную среду программирования «Step7».

Имеются производители, кто занимается только разработкой сред программирования и, как правило, эти среды являются более универсальными - аппаратнонезависимые – могут быть настроены для работы с любым контроллером.

ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ

Самые известные аппаратнонезависимые среды — **Isagraf** и **CodeSys**. Обе эти среды полностью соответствуют стандарту МЭК-61131-3. Помимо самой среды, Isagraf и CodeSys предоставляют собственную встраиваемую систему исполнения, базовая комплектация которой портирована под множество процессорных архитектур (требуется лишь доработка функционала под конкретное устройство управления). Но, эти среды являются «условно бесплатными», то есть накладывают ряд ограничений, которые можно снять, оплатив ту или иную лицензию.

В связи с выше описанными ситуациями, ряд энтузиастов-программистов предприняли попытку разработать аппаратнонезависимую среду программирования, которая соответствовала бы стандарту МЭК-61131-3 и опиралась на стандарт открытого программного обеспечения: открытый исходный код, свободное распространение, отсутствие ограничивающих лицензий. Одной из таких стала - среда программирования **Beremiz**.

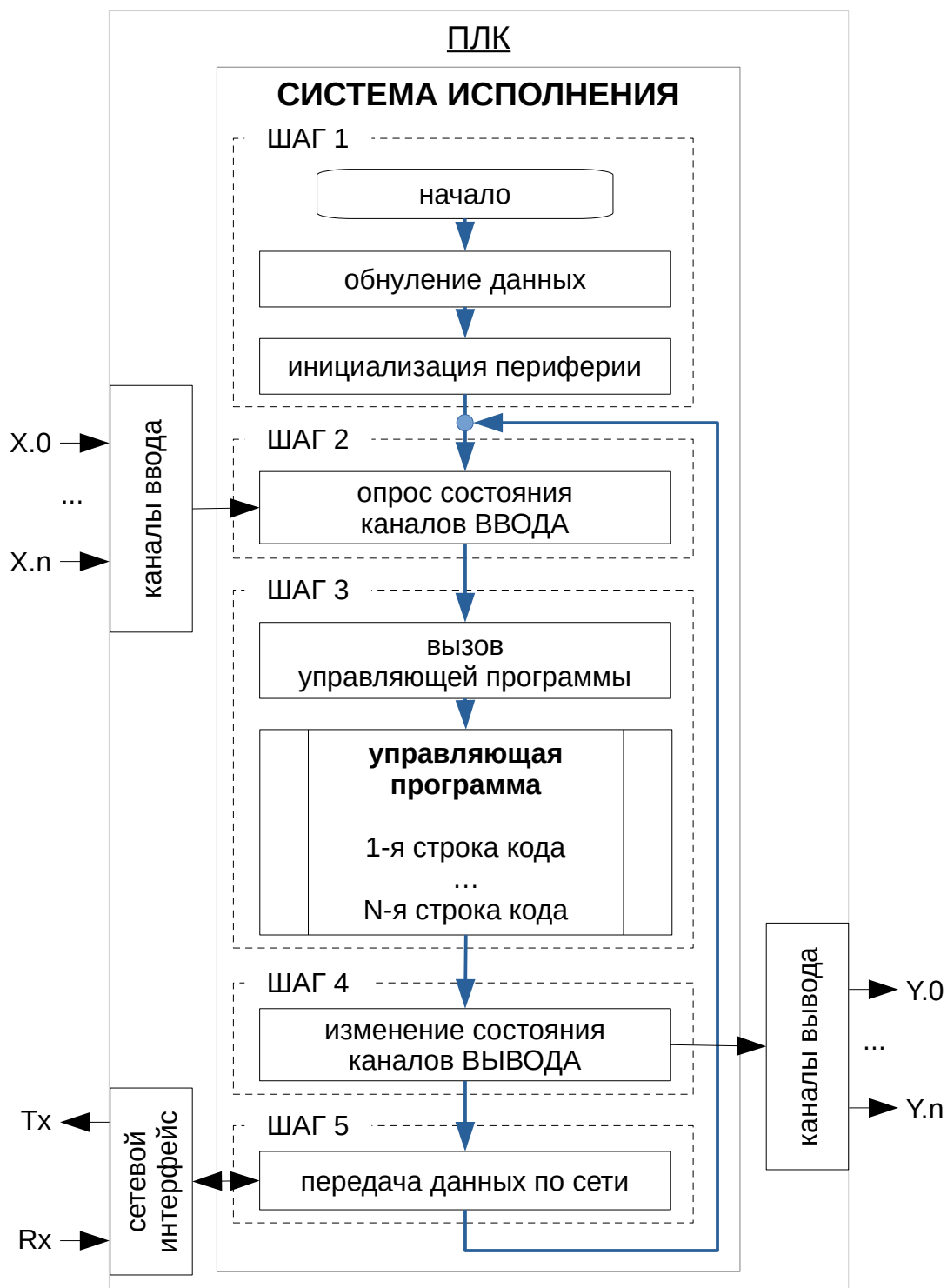
Сравнительный анализ сред программирования:

Показатель	Step7	Isagraf	CodeSys	Beremiz
Соответствие стандарту МЭК-61131-3	частичное	полное	полное	полное
Ограничения на работу в среде программирования	платная лицензия (ключ)	платная лицензия (ключ)	есть платные библиотеки	нет
Возможность редактирования конфигурации и файлов проекта управляющей программы вне среды	нет	нет	нет	есть
Возможность модернизации среды программирования под свои нужды	нет	нет	нет	есть (OpenSource, Python, XML)
Система исполнения для ПЛК	только для ПЛК SIEMENS	для любых ПЛК, платная лицензия	для любых ПЛК, платная лицензия	нет (любой процессор можно «превратить» в ПЛК)

БАЗОВЫЙ ЦИКЛ РАБОТЫ

Прародителями ПЛК были релейные схемы автоматики.

Это "родство" проявляется в виде жесткой цикличности работы его программ.



БАЗОВЫЙ ЦИКЛ РАБОТЫ

ШАГ 1

При включении питания, в случае сбоя питания или перезагрузке (режим «POWER-ON») система исполнения выполняет инициализацию ресурсов ПЛК.

- Обнуляется память данных.
- Настраивается периферия:
 - работа в режиме «по-умолчанию»
(настройки определены производителем ПЛК и хранятся в системной памяти)
 - работа в режиме «пользователя»
(настройки определены пользователем и когда-то сохранены в памяти программ)

ШАГ 2

Далее система исполнения выполняет опрос каналов ввода.

- Опрос канала.
- Сохранение прочитанного значения в ОЗУ:
 - специальная таблица данных (регистры данных).

ШАГ 3

Далее система исполнения проверяет наличие управляющей программы:

- если управляющей программы нет (не загружена), то выполняется следующий шаг,
- если управляющая программа есть (загружена), то она выполняется.

- Прочитанные значения каналов ввода передаются в управляющую программу
(копируются в специальные адресуемые переменные)
- Выполняется управляющая программа:
 - обрабатываются входные данные,
 - выполняется алгоритм управления,
 - формируются управляющие воздействия.
- Сформированные управляющие воздействия передаются в систему исполнения.
- Работа управляющей программы заканчивается.

ШАГ 4

Далее система исполнения передает сформированные управляющие воздействия в каналы вывода.

ШАГ 5

Далее система исполнения выполняет обмен данными через сетевой цифровой интерфейс (например, отправка данных в SCADA).

На этом завершается один рабочий цикл и далее следует возврат к шагу 2 для выполнения следующего цикла. И так происходит, пока не будет выполнен режим «POWER-ON».

БАЗОВЫЙ ЦИКЛ РАБОТЫ

ШАГ 1

При включении питания, в случае сбоя питания или перезагрузке (режим «POWER-ON») система исполнения выполняет инициализацию ресурсов ПЛК.

- Обнуляется память данных.
- Настраивается периферия:
 - работа в режиме «по-умолчанию»
(настройки определены производителем ПЛК и хранятся в системной памяти)
 - работа в режиме «пользователя»
(настройки определены пользователем и когда-то сохранены в памяти программ)

ШАГ 2

Далее система исполнения выполняет опрос каналов ввода.

- Опрос канала.
- Сохранение прочитанного значения в ОЗУ:
 - специальная таблица данных (регистры данных).

ШАГ 3

Далее система исполнения проверяет наличие управляющей программы:

- если управляющей программы нет (не загружена), то выполняется следующий шаг,
- если управляющая программа есть (загружена), то она выполняется.

- Прочитанные значения каналов ввода передаются в управляющую программу
(копируются в специальные адресуемые переменные)
- Выполняется управляющая программа:
 - обрабатываются входные данные,
 - выполняется алгоритм управления,
 - формируются управляющие воздействия.
- Сформированные управляющие воздействия передаются в систему исполнения.
- Работа управляющей программы заканчивается.

ШАГ 4

Далее система исполнения передает сформированные управляющие воздействия в каналы вывода.

ШАГ 5

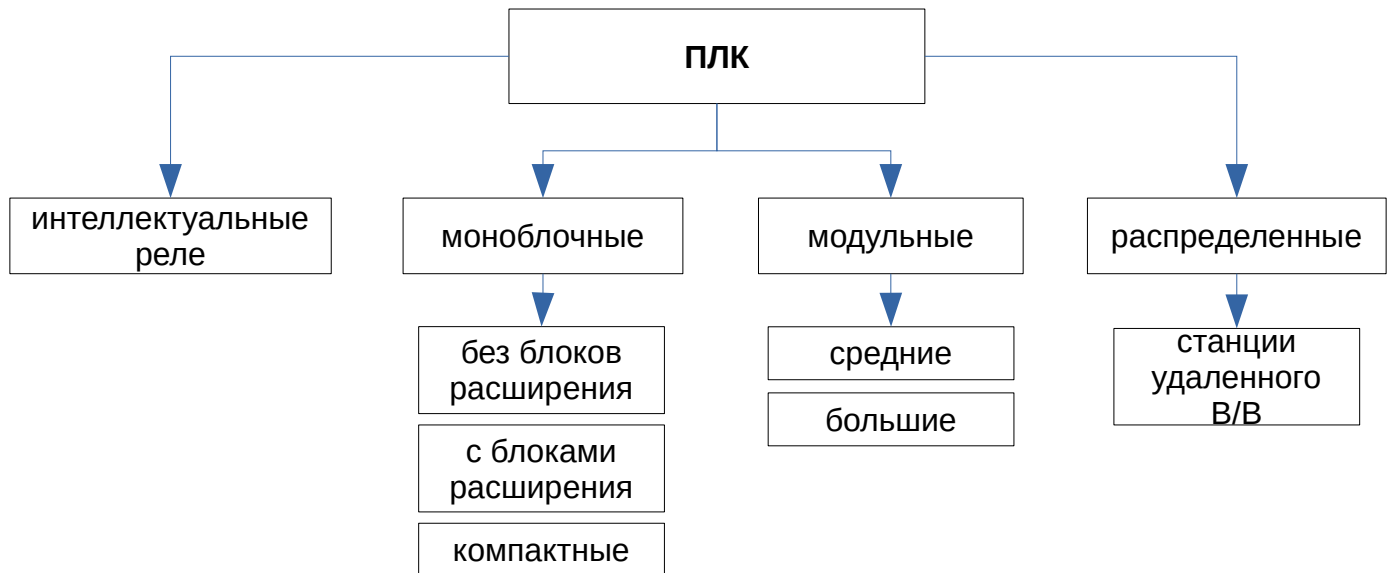
Далее система исполнения выполняет обмен данными через сетевой цифровой интерфейс (например, отправка данных в SCADA).

На этом завершается один рабочий цикл и далее следует возврат к шагу 2 для выполнения следующего цикла. И так происходит, пока не будет выполнен режим «POWER-ON».

КЛАССИФИКАЦИЯ

В зависимости от конструктивного исполнения и функционала ПЛК разделяют на:

- Интеллектуальные / Программируемые реле (ПР);
- Моноблочные ПЛК;
- Модульные ПЛК;
- Распределенные системы.



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ / ПРОГРАММИРУЕМЫЕ РЕЛЕ (ПР)

- Младший подкласс ПЛК (для малых систем автоматизации).
- Для быстрой и легкой замены небольших релейных схем управления:
 - с помощью одного ПР можно заменить схему управления из нескольких реле;
 - упрощается обслуживание и модернизация схемы управления.
- Все компоненты находятся на одной плате и в одном корпусе.

Основные характеристики

- ЦПУ:
 - небольшая вычислительная мощность.
- Память:
 - небольшой объем ОЗУ и памяти программ.
- Каналы В/В (ограниченный набор):
 - до 4х DIO,
 - до 2х AI.
- Цифровой сетевой интерфейс (ограниченный набор):
 - 1х для загрузки и отладки пользовательской управляющей программы - USB, RS-232
- Человеко-машинный интерфейс:
 - светодиодная индикация,
 - кнопки,
 - небольшой ЖК-экран (может отсутствовать).
- Функционал программирования (ограниченный):
 - только дискретная (релейная) логика.



Овен ПР110



Овен ПР200

Недостатки (по сравнению с моноблочными и модульными ПЛК)

- Ограниченный аппаратный и программный функционал.

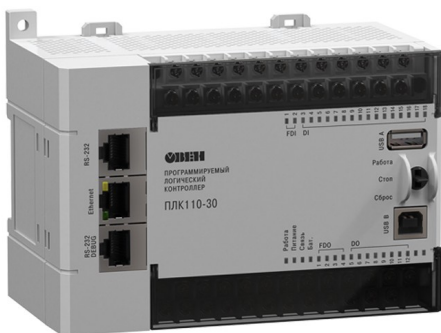
Для малых систем автоматизации применение вполне оправдано!

МОНОБЛОЧНЫЙ

- Средний подкласс ПЛК (для малых, средних и больших систем автоматизации).
- По сути, является программируемым реле, но с расширенным функционалом (расширение функционала также возможно с помощью специальных модулей).

Основные характеристики

- ЦПУ:
 - средняя или большая вычислительная мощность.
- Память:
 - средний или большой объем ОЗУ и памяти программ;
 - EEPROM (может отсутствовать).
- Каналы В/В:
 - до 24x DIO,
 - до 8x AIO.
- Цифровой сетевой интерфейс:
 - 1x для загрузки и отладки пользовательской управляющей программы:
 - USB, RS-232;
 - 1x для связи со специальными модулями расширения (может отсутствовать);
 - до 2x для связи с другими системами:
 - RS-485, ETHERNET.
- Человеко-машинный интерфейс:
 - светодиодная индикация,
 - кнопки,
 - небольшой ЖК-экран (может отсутствовать).
- Функционал программирования:
 - полноценный (стандарт IEC-61131-3).



Овен ПЛК110



ПЛК Segnetics Pixel с модулями расширения

Недостатки (по сравнению модульными ПЛК)

- Избыточность (например, могут быть задействованы не все каналы);
- Низкая ремонтнопригодность и взаимозаменяемость (например, повреждение канала В/В, при неправильном его подключении к датчику или исполнительному механизму, может вывести из работы весь ПЛК в целом, что повлечет за собой остановку управляемого технологического процесса на неопределенное время).

ПЛК

МОДУЛЬНЫЙ

- Средний и высший подкласс ПЛК.
- По базовым характеристикам аналогичен ПЛК моноблочного подкласса, но отличается конструктивным исполнением.

Основные конструктивные компоненты

- Базовый модуль.
- Шина (крейт, для подключения модулей расширения функционала).

Базовый модуль

- ЦПУ:
 - средняя или большая вычислительная мощность.
- Память:
 - средний или большой объем ОЗУ и памяти программ;
 - EEPROM (опционально);
 - слот для карты памяти (SD, micro-SD, опционально);
- Цифровой сетевой интерфейс:
 - 1x для загрузки и отладки пользовательской управляющей программы:
 - USB, RS-232;
 - до 4x для связи с другими системами (опционально):
 - RS-485, ETHERNET, беспроводной;
 - 1x для синхронизации с резервным базовым модулем (для резервируемых систем).
- Человеко-машинный интерфейс:
 - светодиодная индикация,
 - кнопки,
 - небольшой ЖК-экран (опционально).
- Функционал программирования:
 - полноценный (стандарт IEC-61131-3).

Шина (крейт)

- Конструкция:
 - зависит от производителя и модели ПЛК,
 - обычно, это плата с разъемами (слотами) для подключения модулей расширения.
- Назначение:
 - электрическое питание модулей расширения,
 - цифровая связь базового модуля с модулями расширения.
- Особенности подключения модулей расширения:
 - можно задействовать не все слоты (неиспользуемые закрываются заглушками);
 - максимальное количество подключаемых модулей зависит от модели ПЛК
(например, для ПЛК SIEMENS серии S7-400 до 48 модулей на шину).

Некоторые модели ПЛК поддерживают:

- «горячую замену» модулей
(замена без выключения питания ПЛК и остановки технологического процесса);
- резервирование / дублирование
(для безотказных систем управления и систем противоаварийной защиты, ПАЗ).

МОДУЛЬНЫЙ

Модули расширения

- Каналы дискретного ввода (DI);
- Каналы дискретного вывода (DO);
- Каналы аналогового ввода (AI);
- Каналы аналогового вывода (AO);
- Каналы унифицированные (например, аналоговые 4-20 мА+HART, 0-10 В);
- Сетевой цифровой интерфейс (RS-232, RS-485, ETHERNET, оптика и пр.);
- Дополнительная память (например, EEPROM);
- Специального назначения (например, весоизмерительный);
- Резервные блоки:
 - базовый,
 - питание.

Производитель модулей расширения, обычно, тот же, кто и производит сам ПЛК.

Каждый функциональный модуль, как правило, имеют всю необходимую для его функционирования схемотехнику: защиту, чтобы при выходе из строя не повлиять на работу базового модуля и остальных модулей шины



*ПЛК SIEMENS S7-410H с
резервированием базового модуля и
блока питания*



ПЛК ICP DAS iP-8847



*ПЛК ПРОСОФТ REGUL R500S для
систем ПАЗ*

ПЛК

МОДУЛЬНЫЙ

Достоинства (по сравнению модульными ПЛК)

- Низкая избыточность (компоновка модулями под конкретную задачу).
- Высокая ремонтнопригодность и взаимозаменяемость (например, для ремонта вышедшего из строя канала В/В достаточно заменить соответствующий модуль, а при поддержке «горячей замены» это происходит без отключения питания и, соответственно, без остановки управляемого технологического процесса).

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Распределенные системы управления строятся на устройствах подкласса ПЛК:

- Центральные ПЛК;
- Устройства (станции) удаленного В/В.

Центральный ПЛК

- Обычно, модульного типа, включающий в себя:
 - базовый модуль,
 - модуль блока питания,
 - модуль цифровых сетевых интерфейсов,
 - блоки резервирования / дублирования.
- Располагается:
 - на удалении от объекта управления:
 - в специальном электропомещении (контроллерная, серверная, операторская),
 - в системном шкафу;
 - или рядом с объектом управления (если позволяют условия):
 - в шкафу управления.
- Функции:
 - сбор данных со станций удаленного В/В и/или прочих систем (по цифровым сетям),
 - обработка полученных данных (фильтрация, масштабирование и т. п.),
 - выполнение управляющей пользовательской программы,
 - формирование управляющих команд,
 - передача управляющих команд на станции удаленного В/В и/или прочие системы (по цифровым сетям),
 - взаимодействие с системами верхнего уровня (SCADA, MES, ERP).

Устройство удаленного В/В

- Самостоятельное устройство (обычно моноблочного или модульного типа).
- Располагается:
 - на удалении от объекта управления:
 - в специальном электропомещении (контроллерная, серверная, операторская),
 - в системном шкафу;
 - или рядом с объектом управления (если позволяют условия):
 - в шкафу управления.
- Функции:
 - опрос датчиков (каналы ввода),
 - преобразование / оцифровка аналоговых входных сигналов (АЦП),
 - взаимодействие с ПЛК (по цифровым сетям),
 - преобразование цифровых данных в аналоговый выходной сигнал (ЦАП),
 - выдача сигналов на исполнительные устройства (каналы вывода),
 - диагностики каналов В/В и цифровых сетей.

Некоторые производители предлагают целый комплекс аппаратно-программных средств, реализующий распределенные системы управления различного масштаба (например, SIEMENS PCS7, Yokogawa Centum VP).

ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

НАЗНАЧЕНИЕ

***Встраиваемые системы.
Embedded Systems.***

Подкласс программируемых устройств управления.

Представляет собой процессорный модуль - плата с процессором (микроконтроллером) и минимальным набором периферии, необходимой для его работы (память, сетевой цифровой интерфейс для обновления системного программного обеспечения и его отладки, каланы В/В уровня процессора, выведенные на клеммную колодку).

Данный процессорный модуль предназначен для установки (встраивания) в какое-либо оборудование совместно с другими модулями (например, модуль каналов DI, DO, AI, AO и т. п.).

Архитектура встраиваемых систем является открытой: изменение аппаратной и/или программной (системной) части возможно конечным пользователем.

Используя определенный набор встраиваемых модулей, можно получить комплекс, функционально представляющий собой ПЛК:

- аппаратная часть:
 - без корпуса (можно встраивать в любой корпус или шкаф управления),
 - на базе микропроцессорной техники (любой процессор),
 - собрать из доступных модулей может любой;
- системная программная часть:
 - операционная система + целевая система,
 - разработать может любой или взять что-то готовое (например, целевая система Isagraf, CodeSys, Beremiz);
- пользовательская программная часть:
 - разрабатывается конечным пользователем (например, в среде программирования Isagraf, CodeSys, Beremiz).

Типичными представителями таких устройств являются:

- одноплатные компьютеры,
- процессорные платы,
- системы на кристалле, ПЛИС.

Области применения:

- отладочные, демонстрационные, обучающие макеты,
- промышленные встраиваемые системы автоматизации,
- измерительная техника и приборостроение,
- прикладные системы автоматизации («умный дом»),
- охранные системы,
- телекоммуникация,
- мобильные устройства.

ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

ОДНОПЛАТНЫЙ КОМПЬЮТЕР

SBC (Single-Board Computer)

Разновидность встраиваемых систем.

Самодостаточный компьютер, представляющий собой аналог обычной материнской платы с большим числом интегрированных периферийных устройств (все на одной плате), необходимых для функционирования компьютера, но отличающихся небольшими размерами.

Состав:

- плата;
- процессор
(многоядерный, производительный, с малым энергопотреблением, без активного охлаждения)
- ОЗУ;
- энергонезависимая память:
 - FLASH
(память программ)
 - EEPROM
(память пользовательских данных)
- порты В/В;
- часы реального времени с элементом питания;
- сетевые цифровые интерфейсы
(I2C, SPI, UART, USB, RS-232, RS-485, CAN, ETHERNET)
- разъем для карт памяти
(SD, microSD)
- видео-интерфейс
(VGA, HDMI)

Размеры плат (формфактор):

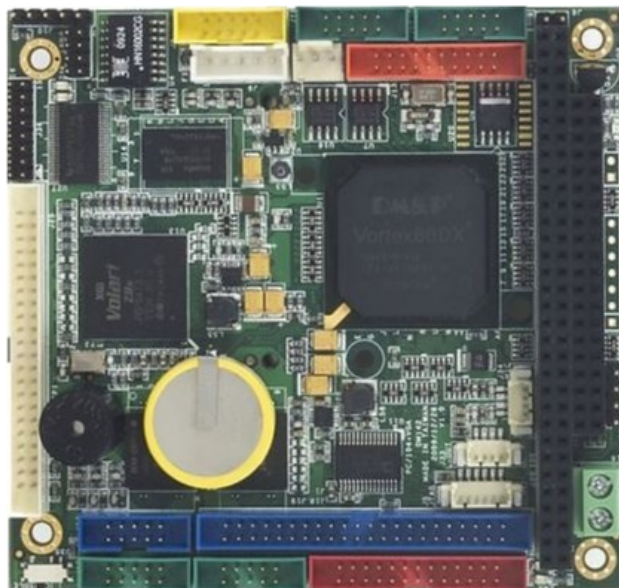
- 2,5 дюйма,
- 3,5 дюйма,
- 5,25 дюйма,
- PC/104.

Распространенные представители:

- ICOP Vortex (PC/104),
- Raspberry Pi 1/2/3/4/Zero,
- Orange Pi,
- Cubieboard,
- Intel Galileo/Edison

ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

ОДНОПЛАТНЫЙ КОМПЬЮТЕР



ICOP VDX-6353RD (PC/104)

*x86 (32bit, 1 ядро), 800МГц, 256МБ ОЗУ, 4МБ FLASH,
1xIDE, 4xCOM, 2xUSB, 1xLAN, GPIO, LVDS, VGA*



Raspberry PI 4 Model B

*ARMv8 (64bit, 4 ядра, 1 видеоядро 4k), 1,5ГГц, 8ГБ ОЗУ,
1xSD, 4xUSB, 1xLAN, GPIO, 2xHDMI, 1xAudio*

ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

ПРОЦЕССОРНАЯ ПЛАТА

Разновидность встраиваемых систем.

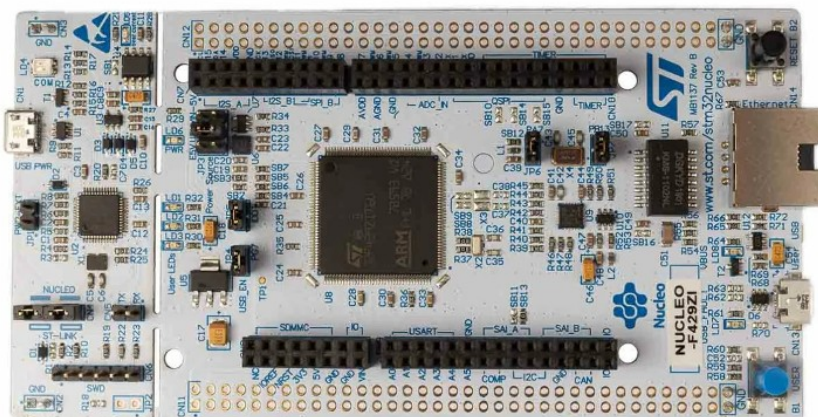
Представляет собой плату, содержащую процессор (микроконтроллер) и самый минимальный набор периферии, необходимый для функционирования процессора. Вся память, обычно, встроена в процессор, но может быть также установлена на плате в виде расширения встроенной.

Состав:

- плата;
- процессор / микроконтроллер / система на кристалле
(с малым энергопотреблением, без активного охлаждения)
- ОЗУ
(встроена в процессор, может быть установлена на плате)
- энергонезависимая память:
 - FLASH
(память программ, встроена в процессор, может быть установлена на плате)
 - EEPROM
(память пользовательских данных, встроена в процессор, может быть установлена на плате)
- порты В/В;
- часы реального времени
(встроены в процессор)
- сетевые цифровые интерфейсы
(I2C, SPI, UART, USB, RS-232, RS-485, CAN, ETHERNET)

Распространенные представители:

- STM32 Nucleo / BlackPill / BluePill,
- Raspberry Pi Pico,
- Arduino.

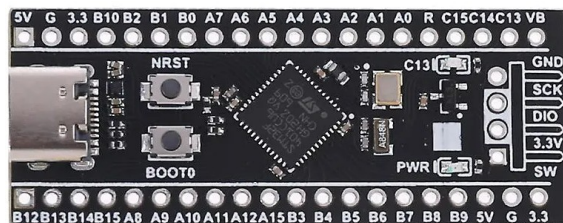


STM32 Nucleo-144 (STM32F429ZI)

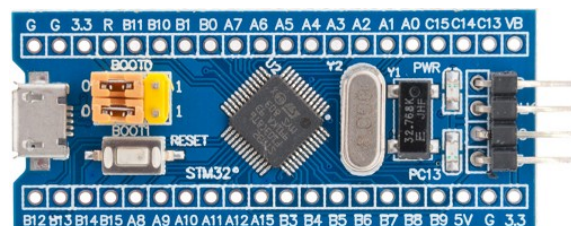
ARM-Cortex M4+ (32bit, 1 ядро), 180МГц, 256кБ ОЗУ, 2МБ FLASH,
1xUSB, 1xUSB (ST-LINK v.2), 1xLAN, GPIO, 3xLED, 2-BUTTON

ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

ПРОЦЕССОРНАЯ ПЛАТА



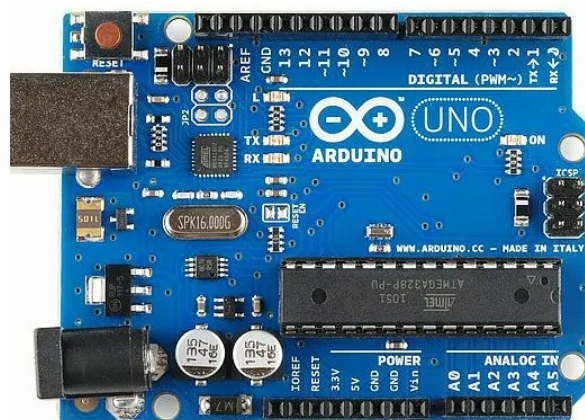
*STM32 Black Pill v.2.0 (STM32F411CEU6)
ARM-Cortex M4+ (32bit, 1 ядро), 100МГц, 128кБ ОЗУ, 512кБ FLASH,
1xUSB, 1xSWD (ST-LINK v.2), GPIO, 1xLED, 1-BUTTON*



*STM32 Blue Pill (STM32F103C8T6)
ARM-Cortex M3 (32bit, 1 ядро), 72МГц, 20кБ ОЗУ, 64кБ FLASH,
1xUSB, 1xSWD (ST-LINK v.2), GPIO, 1xLED*



*Raspberry Pi Pico (RP2040)
ARM-Cortex M0+ (32bit, 2 ядра), 133МГц, 264кБ ОЗУ, 2МБ SPI-FLASH,
1xUSB, 1xSWD, GPIO, 1xLED*



*Arduino Uno R3 (ATMega328)
AVR (8bit, 1 ядро), 16МГц, 2кБ ОЗУ, 32кБ FLASH, 1кБ EEPROM,
1xUSB, GPIO, 1xLED, 1xBUTTON*

ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

ПРОЦЕССОРНАЯ ПЛАТА

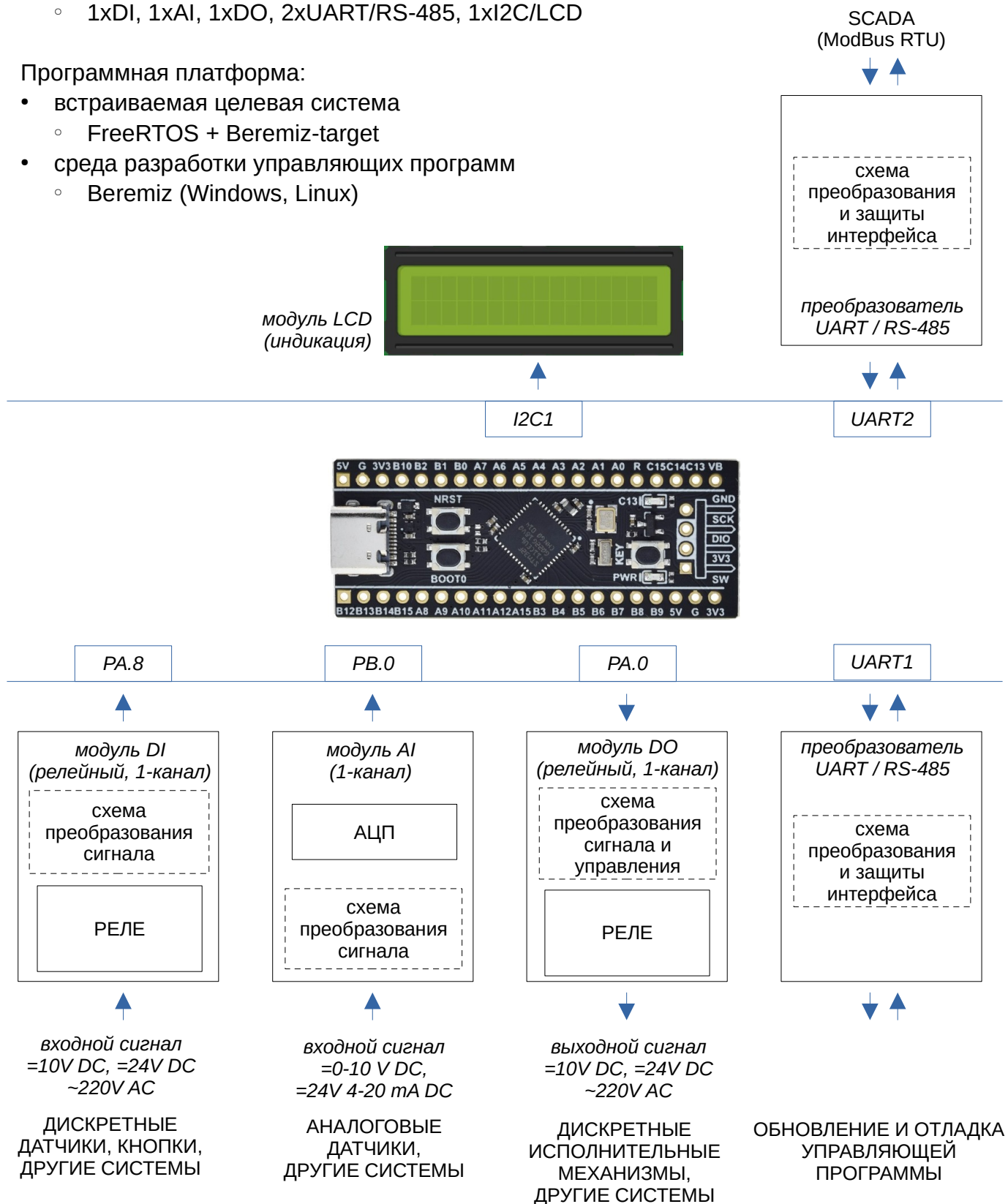
Пример построения ПЛК на базе встраиваемых систем

Аппаратная платформа:

- модуль процессора
 - STM32 Black Pill v.2.0
- модули периферии
 - 1xDI, 1xAI, 1xDO, 2xUART/RS-485, 1xI2C/LCD

Программная платформа:

- встраиваемая целевая система
 - FreeRTOS + Beremiz-target
- среда разработки управляющих программ
 - Beremiz (Windows, Linux)



ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

НАЗНАЧЕНИЕ

***Промышленные системы.
Industrial Systems.***

Подкласс программируемых устройств управления.

Представляет собой полностью готовое, самостоятельное устройство, которое имеет специальное исполнение, позволяющее безотказно работать в промышленных условиях, где есть пыль, грязь, агрессивные вещества, внешние механические воздействия и помехи от рядом находящегося оборудования.

К подобным системам предъявляется ряд требований:

- бесперебойная работа в течении длительного времени,
- резервирование ключевых блоков (питание, память),
- надежность питания,
- самодиагностика и оповещение о неисправностях своих подсистем.

К общим особенностям промышленных систем относятся:

- прочный (стальной) корпус,
- высокая электромагнитная защита,
- виброустойчивость,
- эффективная система вентиляции,
- защита от влаги и пыли,
- расширенный температурный диапазон,
- наличие сторожевого таймера (*для автоматической перезагрузки при зависании*),
- длительный срок эксплуатации,
- наличие специальных сертификатов.

Архитектура промышленных систем является открытой (аналогична ПК).

Как и встраиваемые, промышленные системы могут быть использованы вместо ПЛК.

Типичными представителями таких устройств являются:

- промышленные компьютеры (ПК),
- панельные компьютеры (ПК, объединенный с сенсорной панелью в одном корпусе).

Области применения:

- промышленные системы автоматизации
(*в качестве рабочих станций оператора, стойки оператора, человеко-машинный интерфейс*)

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЬЮТЕР

ПК

IPC (Industrial Personal Computer)

Персональный компьютер (системный блок), имеющий исполнение, соответствующее требованиям к промышленным системам.

Конструктивное исполнение системного блока по способу монтажа:

- стационарное исполнение (*настольное или встраиваемое*),
- настенное исполнение,
- шкафное исполнение (*например, для монтажа в 19-дюймовую стойку шкафа*).

Промышленный компьютер может комплектоваться защищенной от влаги и пыли клавиатурой, мышью и монитором (с защитным стеклом).



IPC iROBO-6000-033D

*Intel Pentium N4200 2.5 ГГц, 4ГБ ОЗУ, 256ГБ SSD,
4xUSB, 4xCOM (RS-232), 2xMiniPCIe (mSATA), 1xSIM (GSM), 1xHDMI,
Windows, Linux, -40 +85 °C*



IPC iROBO-2000-40i5TRHN-G3

*Intel Core i3-6100 3.7 ГГц (4 ядра), 8ГБ ОЗУ, 1ТБ HDD, RAID 0/1/5/10,
3x3,5-SATA, 1xDVD-RW, 8xUSB, 1xPS/2, 1xPCIe, 3xPCI, 2xLAN, 1xCOM,
1xVGA, 1xDVI-D, 1xHDMI, 2xБП (400Вт), 1xAudio,
Windows, Linux, -40 +85 °C*

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

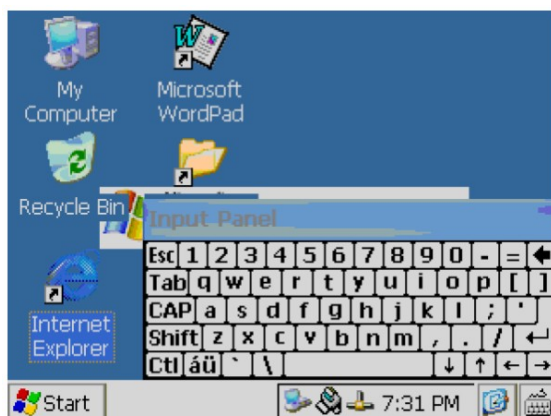
ПАНЕЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР

ППК

IPPC (Industrial Panel Personal Computer)

Персональный компьютер, представляющий собой системный блок и монитор, объединенные в один защищенный корпус.

Для экономии места в подобных системах не применяют мышь и клавиатуру — вместо них используется сенсорный экран (с программной / интерактивной клавиатурой).



Интерактивная клавиатура в ОС Windows CE



IPC iROBO-5000-210i2TR-G4

*Intel Core i3-9100 3.2 ГГц (4 ядра), 8ГБ ОЗУ, 256ГБ SDD, RAID 0/1,
2x2,5-SATA, 4xUSB, 2xCOM, 2xLAN, 1xAudio,
Windows, Linux, -20 +85 °C*