

ТЕМА №8 РЕГУЛИРУЮЩИЕ И ЛОГИЧЕСКИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ

8.1 Понятие программируемого логического контроллера и его ключевые особенности

Промышленные программируемые логические контроллеры (ПЛК) - это технические средства автоматизации, предназначенные для приема, хранения, преобразования, обработки (логической, арифметической) информации и выработки команд управления, созданные на базе микропроцессорной техники, и являющиеся специализированными управляющими ЭВМ предназначенными для работы в локальных и распределенных АСУ ТП.

Они впервые появились в конце шестидесятых годов в автомобильной промышленности США в результате слияния трех направлений техники:

- Релейно-контактная и бесконтактная электроавтоматика (основа ПЛК);
- Цикловое программное управление (принцип управления ПЛК);
- Микропроцессорная техника (элементная база ПЛК).

Первоначально производством ПЛК занимались компьютерные фирмы (DEC, Modicon, Entekin Computers), но позже к их разработке подключились и электротехнические фирмы (General Electric, Allen Bradley, ISSC), которые выпускали устройства электроавтоматики и лучше знали потребности промышленности, поэтому их ПЛК были более удобны в программировании и ориентированы на заводских специалистов (электриков, наладчиков). В настоящее время производством и внедрением ПЛК занимаются десятки ведущих мировых фирм, среди которых в нашей стране наиболее известны: Siemens (29%), Rockwell Automation (16%), Mitsubishi (12%), Schneider (9%), Omron (8,5%), Funuc (3,5%), Koyo Electronics, Marpos, Festo, ABB, Bosch и др.

Интересно отметить, что порог рентабельности ПЛК постоянно снижался, и если в 70 годы считалось, что экономически выгодно заменять контроллером систему электроавтоматики из 100 реле (в 80-е годы – из 60, в 90-е годы – из 20), то в настоящее время эта цифра опустилась до нескольких единиц.

Особенности ПЛК в сравнении с традиционными ТСА и ЭВМ:

1. Циклический характер работы, определяющий возможность ПЛК обрабатывать информацию (управлять производственными процессами) в реальном масштабе времени технологического оборудования.

2. Проблемно ориентированное программно-математическое обеспечение ПЛК, рассчитанное на конкретные типовые задачи управления, регулирования и контроля технологическими процессами.
3. Легкое и свободное программирование и перепрограммирование с помощью специальных инженерных языков высокого уровня стандарта ИЕС (МЭК) 61131-3.
4. Простота и доступность в процессе подключения, отладки и эксплуатации ПЛК, ориентация на обычный производственный персонал (электриков, наладчиков).
5. Схожесть физических структур и конструкций ПЛК различного назначения и разных фирм изготовителей.
6. Модульная архитектура построения ПЛК, позволяющая простое конфигурирование при разработке и свободное наращивание или урезание при дальнейшей модернизации систем автоматизации.
7. Возможность эксплуатации ПЛК в непосредственной близости от технологического оборудования (в цеховых, полевых, пожароопасных условиях), неприхотливость, простота в обслуживании.
8. Широкие коммуникационные возможности ПЛК, позволяющие создавать на их основе сложные распределенные АСУ ТП с применением сетевых технологий.

8.2 Устройства связи с объектом

Почти все технологические параметры, присутствующие в реальном технологическом объекте имеют аналоговый или дискретный вид. Существует много датчиков, которые могут преобразовывать измеряемые величины только в аналоговый вид (напряжение, сопротивление, давление), а также много исполнительных механизмов, имеющих только аналоговые входные сигналы. Для того, чтобы связать между собой параметры, представленные в аналоговом и цифровом видах, в современной АСУ ТП используют устройства связи объектом (УСО).

Модули УСО - это конструктивно законченные устройства, выполненные в виде модулей, устанавливаемых, как правило, в специализированные платы с клеммными соединителями или стандартный DIN-рельс.

На УСО возлагаются следующие функции:

- 1) Нормализация аналогового сигнала, т.е. приведение границ шкалы первичного непрерывного сигнала к одному из стандартных диапазонов входных сигналов АЦП.

2) Предварительная низкочастотная фильтрация аналогового сигнала - ограничение полосы частот первичного непрерывного сигнала с целью снижения влияния на результат измерения помех различного происхождения.

3) Обеспечение гальванической изоляции между источниками сигнала и каналами системы.

Помимо этих функций ряд УСО может выполнять более сложные функции за счет наличия в их составе АЦП, дискретного ввода-вывода, микропроцессора и интерфейсов передачи данных.

По характеру обрабатываемого сигнала УСО можно разделить на аналоговые, дискретные и цифровые.

Аналоговые УСО (аналого-цифровые преобразователи АЦП, цифро-аналоговые преобразователи ЦАП и др.) должны обладать большой точностью, линейностью и большим напряжением изоляции.

Дискретные УСО обеспечивают опрос датчиков с релейным выходом, выключателей, контроля наличия напряжения в сети и т.д., а выходные дискретные УСО формируют сигналы для управления пускателями, двигателями и прочими устройствами. Дискретные УСО удовлетворяют тем же требованиям, что и аналоговые, но, кроме того, обладают минимальным временем переключения, а выходные могут обеспечивать коммутацию более высоких токов и напряжений.

Среди модулей УСО существуют также устройства, работающие только с цифровой информацией. К ним относятся коммуникационные модули, предназначенные для сетевого взаимодействия (например, повторители для увеличения протяженности линии связи, преобразователи интерфейсов RS-232/RS-485).

По направлению прохождения данных модули УСО можно разделить на три типа:

- 1) устройства ввода, обеспечивающие передачу сигналов датчиков;
- 2) устройства вывода для формирования сигналов на исполнительные механизмы;
- 3) двунаправленные.

В реальных системах модули УСО могут не присутствовать в виде самостоятельных устройств, а входить в состав датчиков (в этом случае датчики называют интеллектуальными) или промышленных компьютеров. Примером могут служить датчики, выдающие готовый цифровой сигнал. в этом случае граница между первичным преобразователем и УСО проходит где-то внутри датчика. С другой стороны, УСО могут

быть выполнены в виде АЦП/ЦАП-плат, вставляемых в стандартные ISA или PCI слоты компьютера. В этом случае аналоговые сигналы могут быть введены прямо в компьютер, где и преобразуются в цифровой вид.

8.3 Внутренняя структура ПЛК

По конструктивному исполнению большинство серийно выпускаемых контроллеров делятся на моноблочные (в которых в едином конструктиве размещены все его основные части: центральный процессор, память, устройства ввода/вывода, пульт управления и программирования, блок питания и пр.) и модульные, получившие наибольшее распространение.

Для примера рассмотрим функционально-конструктивную схему модульного ПЛК на примере контроллера SIMATIC S7-300 фирмы Siemens (рисунок 1).

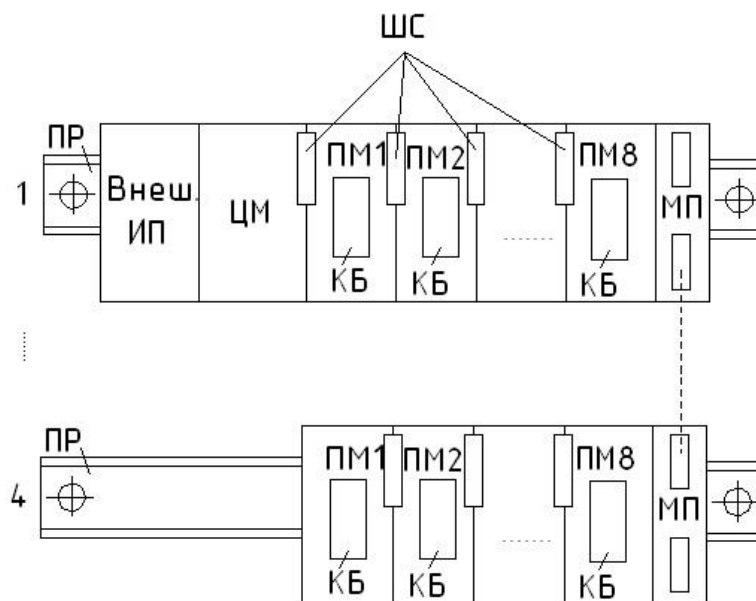


Рисунок 1 – Конструкция модульного ПЛК

На профильной рейке (ПР) размещаются: центральный модуль (ЦМ), который всегда присутствует в ПЛК, справа от него с помощью шинных соединителей (ШС) – до восьми периферийных модулей (ПМ), а слева – внешний источник питания (Внеш.ИП). Модуль подключения (МП) обеспечивает, при необходимости, возможность подсоединения к ЦМ специальными кабелями (от 1 до 10 м) до трех ПР расширения (таким образом, максимальное количество ПМ может достигать тридцати двух). Все модули легко

устанавливаются на ПР (DIN-рейку) и фиксируются винтами. Формирование внутренней шины ПЛК производится с помощью ШС. Наличие фронтальных клеммных блоков (КБ) позволяет легко подключать периферийные устройства (входы/выходы) объекта управления и производить при необходимости замену самих ПМ. В качестве основных периферийных модулей (ОПМ) в ПЛК всегда присутствуют сигнальные модули ввода/выводы дискретных и (или) аналоговых сигналов. В качестве вспомогательных периферийных модулей (ВПМ) в разных моделях ПЛК могут применяться различные функциональные (ФМ) и коммуникационные модули (КМ), состав и количество которых может варьироваться в широких пределах в зависимости от архитектуры самого ПЛК, а также сложности и типа реализуемых на их основе программно-технических комплексов.

Общая организация и архитектура этого ПЛК приведены на рисунке 2.

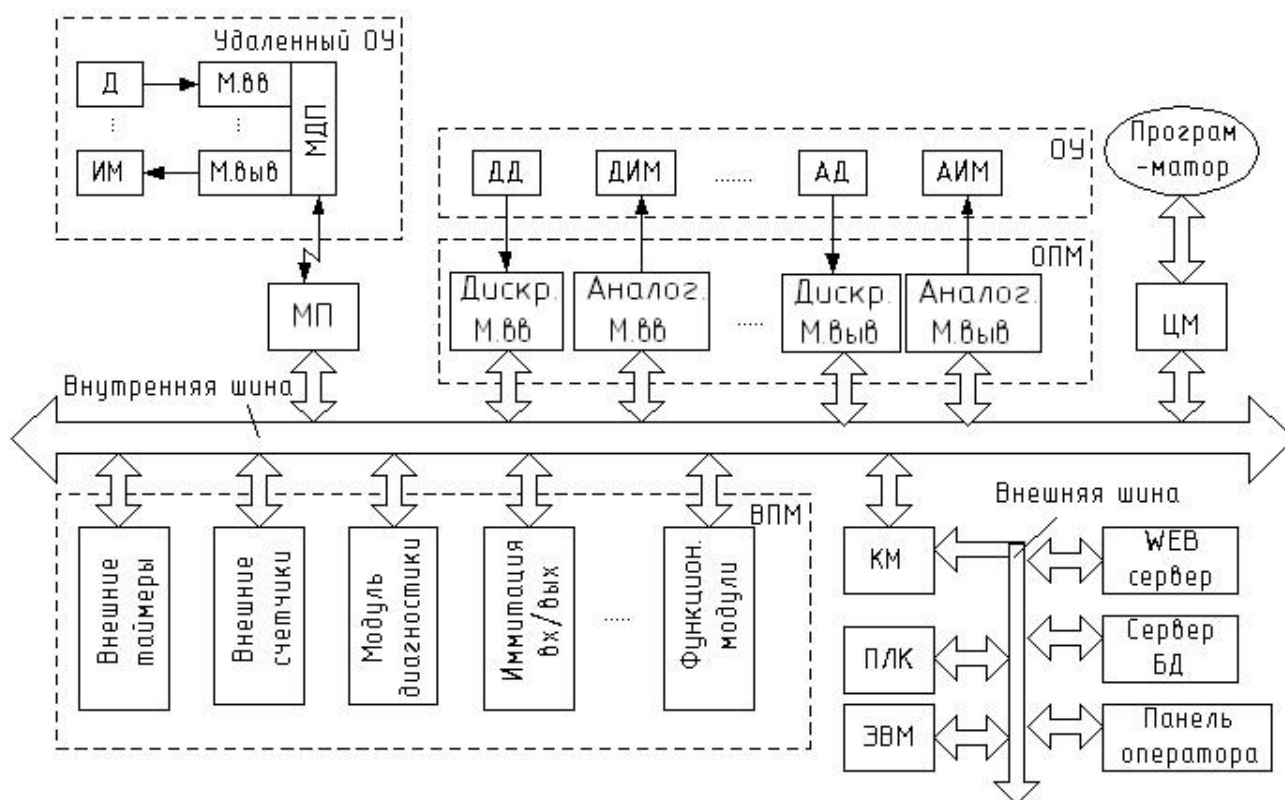


Рисунок 2 – Архитектура модульного ПЛК

Модули ПЛК объединены внутренней шиной, по которой и передается вся информация между ними. В минимальной конфигурации ПЛК обязательно имеет ЦМ и хотя бы один из ОПМ для связи с ОУ. Для ввода и редактирования управляющей программы, параметрирования и тестирования системы используется программатор, который может быть временно подключен к ЦМ.

Система ввода-вывода ПЛК может включать в свой состав две части. Система локального ввода-вывода образуется ОПМ, установленными непосредственно в монтажные

стойки контроллера, и предназначена для получения входных сигналов с дискретных (ДД) и аналоговых датчиков (АД) и выдачи управляющих воздействий на дискретные (ДИМ) и аналоговые исполнительные механизмы (АИМ). Система распределенного ввода-вывода предназначена для управления удаленным ОУ и включает в свой состав модули децентрализованной периферии (МДП) и приборы полевого уровня (Д и ИМ), подключаемые к контроллеру через промышленную сеть и специальный МП.

Вспомогательные периферийные модули (ВПМ) предназначены для аппаратной реализации стандартных часто используемых алгоритмов задержек времени (таймеров), счета, регулирования, управления и призваны разгрузить вычислительные мощности ЦМ. Коммуникационные модули (КМ) используются для связи ПЛК с другими интеллектуальными устройствами ПТК.

Центральный модуль и его архитектура. В состав ЦМ (рисунок 3) как правило входят следующие элементы и устройства:

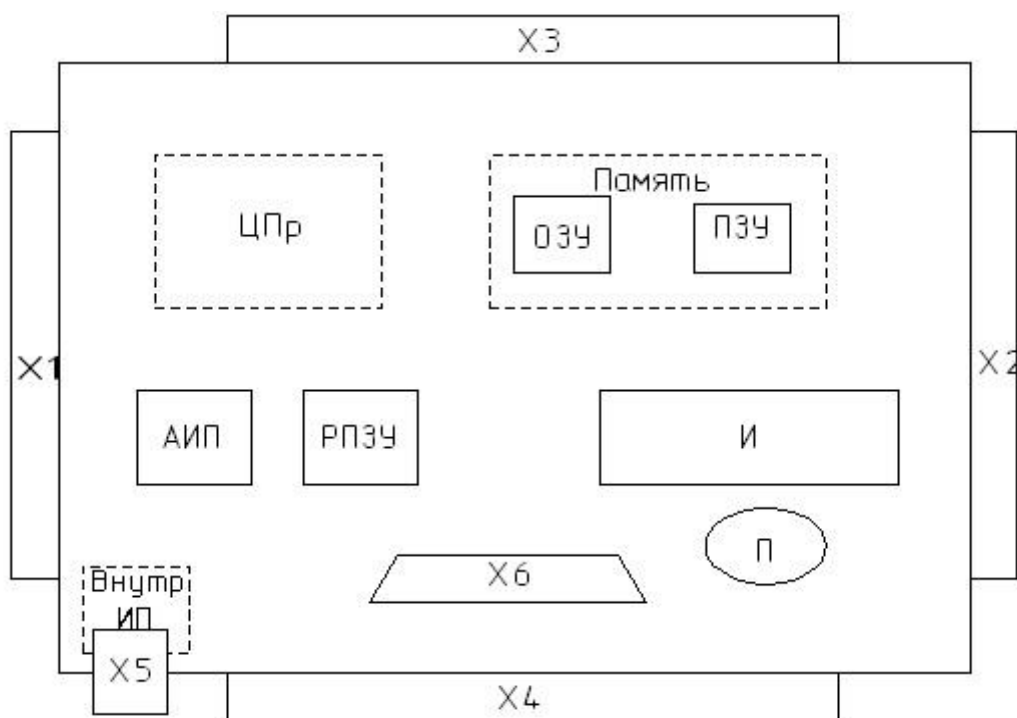


Рисунок 3 – Конструкция центрального модуля ПЛК

ЦПр – центральный процессор;

ЦП – центральная память (оперативная (ОЗУ) и постоянная (ПЗУ));

АИП – автономный источник питания (аккумулятор);

Вн.ИП – внутренний источник питания;

РПЗУ – репрограммируемая переносимая память (например, Flash-карта);

X1 – разъём для подключения внешнего источника питания;

X2 – для подключения периферийных модулей;

X3, X4 – разъёмы встроенных модулей ввода-вывода;

X5 – разъем для подачи питания на внутренний ИП;

X6 – разъёмы связи с программатором, ЭВМ, другими ПЛК;

П – переключатель режима работы.

И – индикация;

Центральный модуль (рисунок 4) – это устройство, предназначенное для приёма входных сигналов (X) с модуля ввода, хранения информации в центральной памяти, ее обработки в центральном процессоре (в соответствии с программой пользователя введенной программатором) и выдачи команд управления (Y) через модуль вывода на объект управления.

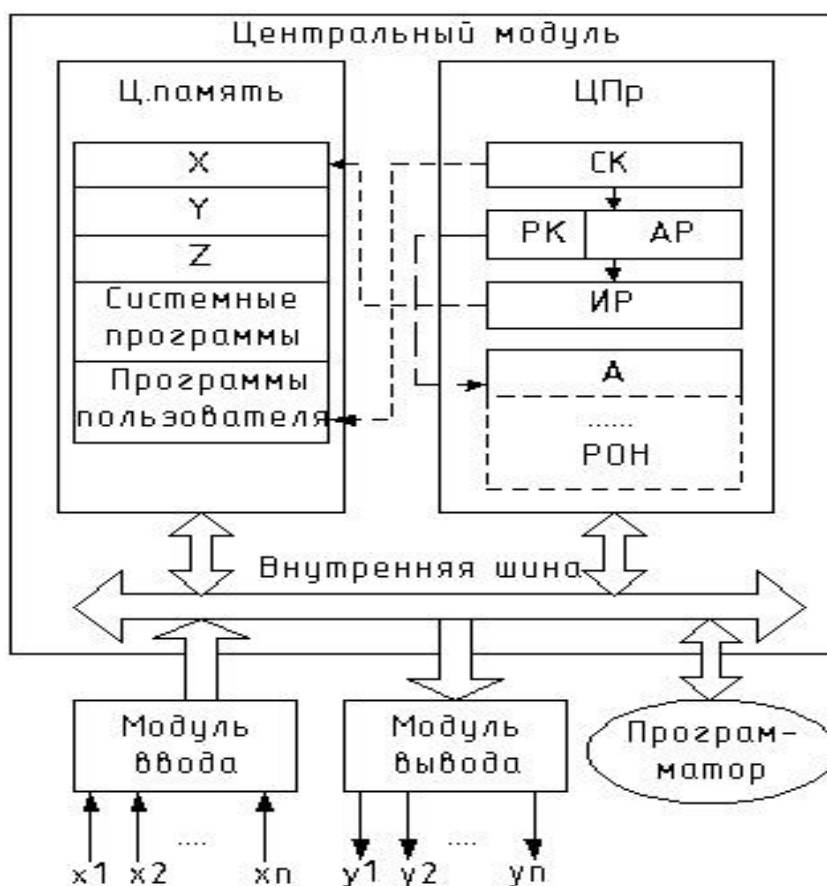


Рисунок 4 – Архитектура центрального модуля ПЛК

Центральный процессор представляет собой набор специальных взаимосвязанных регистров, среди которых обязательно имеются следующие:

СК – счётчик команд содержит номер текущей команды;

РК – регистр команд хранит код выполняемой операции (КОП);

АР – адресный регистр содержит адрес операнда (АО);

ИР – индексный регистр служит для организации косвенной адресации;

А – аккумулятор относится к регистрам общего назначения (РОН).

Помимо программ пользователя в памяти центрального модуля всегда имеются системные программы, «зашитые» в ПЗУ разработчиком ПЛК, и предназначенные для реализации основных функций контроллера (таких как: организация цикла работы ПЛК, реализация системы ввода/вывода, прерывание программ и пр.).

8.4 Понятие циклической работы ПЛК

Возможность обработки информации в реальном масштабе времени и, как следствие, управление быстродействующим технологическим оборудованием, обусловлены циклическим характером работы центрального модуля ПЛК, сущность которого состоит в периодическом повторении нескольких стандартных действий (фаз работы). Упрощенно этот процесс можно представить в виде работы механического командоаппарата (рисунок 5), на образующих вращающегося программного барабана которого записаны команды (КОП и АО). Счетчик команд (СК) последовательно опрашивает эти команды и передает их в РК и АР центрального модуля контроллера, где они также последовательно выполняются.

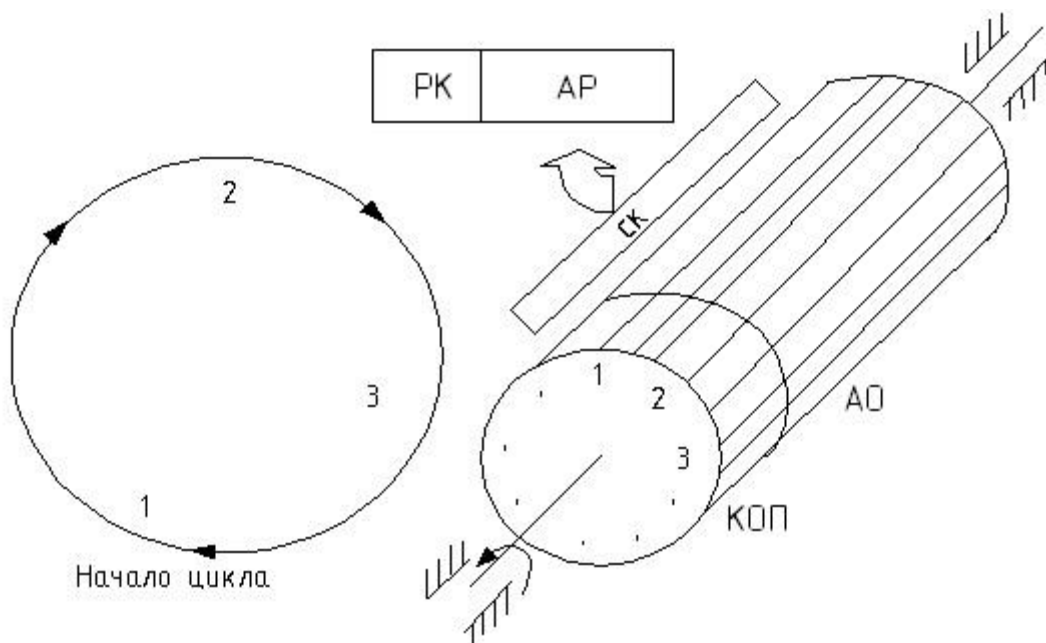


Рисунок 5 – Элементарный цикл работы ПЛК

Существуют несколько типовых циклов работы ЦМ ПЛК:

- элементарный, состоит из трех фаз (опрос входов, выполнение программы, выдача сигналов управления);
- сгруппированных входов с выдачей выходных сигналов после выполнения каждой команды программы;
- распределенный (асинхронный или синхронный).

8.5 Особенности программирования ПЛК

Специфика работы с ПЛК по сравнению с обычными офисными компьютерами состоит не только в ориентации на работу с платами ввода-вывода, но и в преимущественном использовании языков технологического программирования. Как правило, на промышленных предприятиях с контроллерами работают не программисты, а технологи, хорошо знающие специфику объектов управления и технологического процесса.

Для описания процессов обычно используются такие языки, как язык релейно-контактных схем, функциональных блоков и так далее, теоретические основы которых взяты из методов автоматического управления. Накопленный многими фирмами опыт был обобщен в виде стандарта IEC 61131-3, где определены пять языков программирования контроллеров:

SFC – язык последовательных функциональных схем;

LD – язык релейных диаграмм;

FBD – язык функциональных блок-схем;

ST – язык структурированного текста;

IL – список инструкций.

Важно отметить, что использование данного стандарта полностью соответствует концепции открытых систем, а именно, делает программу для контроллера независимой от конкретного оборудования – ни от типа процессора, ни от операционной системы, ни от плат ввода-вывода.

В настоящее время программы многих фирм поддерживают этот стандарт: ACCON-Prosyst 1131 (фирма DeltaLogic), Open DK (фирма infoteam Software GmbH), Multiprog (фирма KW Software), NAI S Control (Matsushita Automation Controls) и др. Наиболее известной

реализацией этого стандарта является пакет ISaGRAF фирмы CJ International, включающий систему разработки (WorkBench) и систему исполнения (Target).

Если первая используется для создания, моделирования, тестирования и документирования прикладных программ, исполняемых под управлением ядра ISaGRAF, то вторая загружается извне либо записывается в ПЗУ. По данным организации PLCopen, в настоящее время программа, созданная с помощью ISaGRAF, может быть загружена и исполнена на процессорах Intel и Motorola под управлением операционных систем DOS, OS-9, QNX, iRMX, Lynx, pSOS, OS-9000, VMEexec, VRTX, VxWorks, Windows NT. Основными достоинствами ISaGRAF являются простой, интуитивно понятный для технолога графический интерфейс, встроенные средства отладки, моделирования, тестирования и документирования программ, поддержка промышленных сетей (Profibus, Modbus).