

Программируемые логические контроллеры

Недостатки релейных схем 50-х 60-х годов

- Возможность выполнения только элементарных операций. Это приводило к сложной и дорогой схеме управления даже для реализации небольших алгоритмов управления;
- Управляющие схемы, собранные на реле, занимали много места;
- Реле потребляли много энергии;
- Значительная доля потребляемой энергии преобразовывалась в тепло, а чрезмерное тепловыделение приводило к перегреву схемы;
- Сложность модификации схемы при изменении алгоритма работы;
- Сложность поиска неисправности при выходе одного или нескольких элементов схемы из строя;
- Низкая надежность схемы.

Использование малых ЭВМ в качестве управляющих машин

Основные принципы, которые легли в основу разработки первых ПЛК:

- Упрощение конструкции управляющей системы;
- Увеличение надежности и долговечности;
- Улучшение эксплуатационных качеств управляющей схемы;
- Быстрое изменение логики работы.

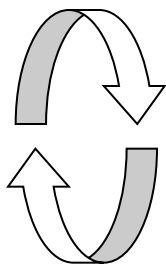
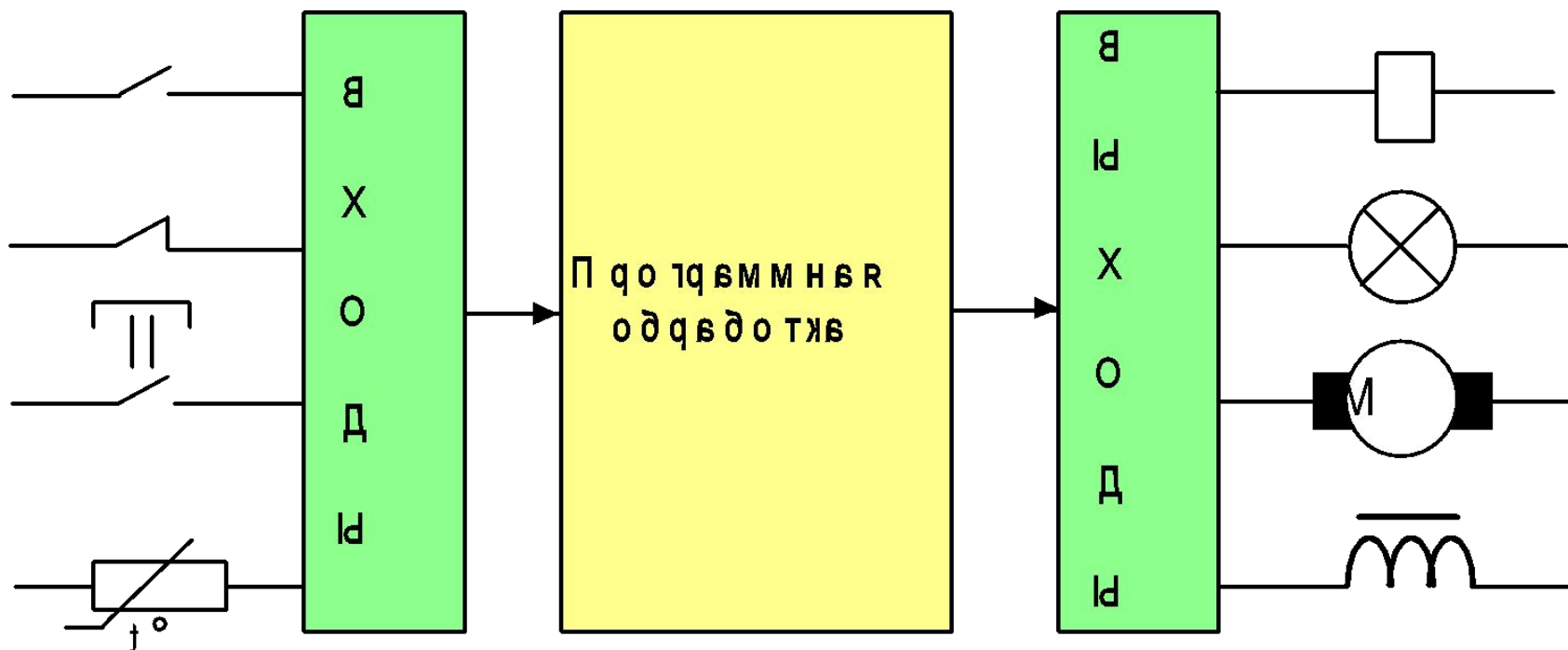


И.С. Брук

История развития ПЛК

- 1968 год - GM Hydramatic (подразделение General Motors) сформулированы требования к стандартному контроллеру («Standart Machine Controller»)
- 1969 год - создан первый коммерческий продукт Программируемый контроллер «084» MODICON.
- 70-е годы - первый патент на ПЛК был получен корпорацией Allen Bradley (Патент US3942158).

Принцип работы ПЛК



1. Чтение состояния входов
2. Выполнение программы пользователя
3. Запись состояния выходов

Входы - выходы

```
graph TD; A[Входы - выходы] --> B[дискретные]; A --> C[специализированные]; A --> D[аналоговые];
```

дискретные

предназначены для ввода / вывода информации от различных дискретных датчиков и устройств в виде параллельного кода

специализированные

предназначены для работы с конкретными специфическими датчиками, требующими определенных уровней сигналов, питания и специальной обработки

аналоговые

предназначены для ввода / вывода непрерывных сигналов: уровней напряжения и тока, соответствующих некоторой физической величине в каждый момент времени

Определение ПЛК

Программируемый логический контроллер (ПЛК, PLC)

– это программно управляемый дискретный автомат, имеющий некоторое множество входов, подключенных посредством датчиков к объекту управления, и множество выходов, подключенных к исполнительным устройствам.

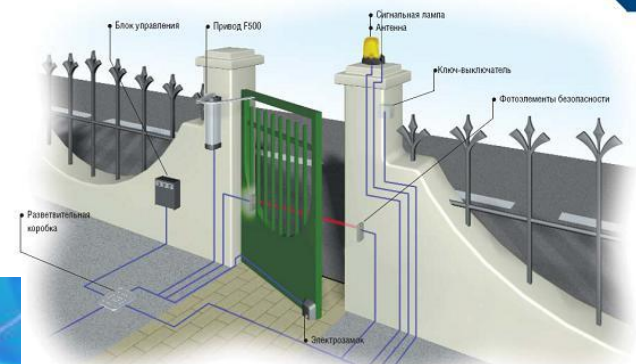
ПЛК предназначены для работы в режиме реального времени в условиях промышленной среды и должен быть доступен для программирования неспециалистом в области информатики.

Функциональные возможности

- ✓ сбор информации с первичных датчиков состояния объекта,
- ✓ измерение параметров,
- ✓ логическая и цифровая обработки сигналов по заданным алгоритмам,
- ✓ выдача управляющих воздействий на технологическое оборудование.

Область применения ПЛК

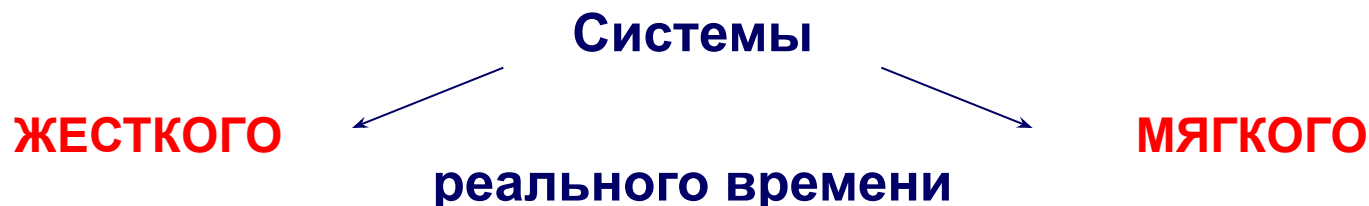
- ✓ Промышленность
- ✓ Энергетика
- ✓ Транспорт
- ✓ Связь
- ✓ Коммунальное хозяйство
- ✓ Строительство
- ✓ И др.



Основные достоинства ПЛК

- ✓ Переносимость программ благодаря стандартизации языков программирования
- ✓ Широкие функциональные возможности
- ✓ Возможность быстрой замены
- ✓ Простота эксплуатации
- ✓ Простота программирования
- ✓ Режим реального времени
- ✓ Ремонтопригодность
- ✓ Надежность в условиях промышленной среды
- ✓ Возможность системной интеграции

Режим реального времени



Существует временной порог, при превышении которого наступают необратимые катастрофические последствия

С увеличением времени управляющей реакции ухудшаются характеристики системы.

Система может работать плохо или еще хуже, но ничего катастрофического с ней не происходит.

Время реакции ПЛК



Время реакции системы – это время с момента изменения состояния системы до момента выработки соответствующей реакции (решения).

$$\text{Время реакции системы} = \text{Время реакции ПЛК} + \text{Время реакции датчиков и механизмов}$$

Устройство ПЛК

Моноблочные

Модульные

Распределенные



Модули расширения ПЛК

Множество модулей расширения и специального назначения делятся по типам на следующие группы:

- Источник опорного напряжения;
- Модули расширения входов;
 - Модуль дискретного ввода;
 - Модуль аналогового ввода;
- Модули расширения выходов;
 - Модуль вывода дискретных сигналов;
 - Модуль вывода аналоговых сигналов;
- Интерфейсные модули и др.

Системное программное обеспечение

Системное программное обеспечение (СПО)

- контролирует аппаратные средства ПЛК.
- отвечает за тестирование и индикацию работы памяти, источника питания, модулей ввода-вывода и интерфейсов, таймеров и часов реального времени.

Составной частью СПО является система исполнения кода прикладной программы.

Код СПО расположен в ПЗУ и может быть изменен только изготовителем ПЛК.

Прикладное программное обеспечение

Прикладное программное обеспечение (ППО) – создается пользователем ПЛК при помощи системы программирования.

Перепрограммирование может быть многократным.
Код ППО размещается в энергонезависимой памяти.

Инструменты программирования ПЛК

The image displays two overlapping software windows used for PLC programming. The top window is **CoDeSys - Bspdpt.pro**, showing a project tree on the left with folders like 'POUs' and 'Beispiel Ordner'. The main editor area shows a ladder logic diagram with an 'ADD' block and associated code: `0001 PROGRAM MainTask`, `0002 VAR`, `0003 a: AMPEL := GE`, `0004 lebt: INT := 0;`, `0005 SG: AWL_Exan`, `0006 Sinus: REAL;`, `0007 Cosinus: REAL`, `0008 r1: REAL;`, `0009 by1: BYTE;`. The bottom window is **infoteam OpenPCS [C:\Program Files\OpenPCS2004\SAMPLES\ControlX\controlx.VAR] - [startup]**. It features a 'Project' pane on the left (labeled '2') listing files like 'Blinker.FBD', 'CHART.SFC', 'ControlX.pdf', 'GLOBAL.POE', 'IL.POE', 'LADDER.LDD', 'WVL.RESOURCE.WVL', 'ST_PROG.ST', and 'USERTYPE.TYP'. The main area shows the 'OpenPCS 2004 Automation Suite' splash screen (labeled '1') with a list of 'Sample Projects' (labeled '3') including 'ControlX', 'Using ControlX with Function Chart', 'User interface with Internet Explorer', 'Native code compiler (NCC) performance demo', 'ISO 9001', and 'IEC61131-3: Programming Industrial Automation Systems'. At the bottom, an 'Output' window (labeled '4') displays the following text: `infoteam OpenPCS Version: 5,1,12,2508`, `infoteam SmartSIM signature is ok`, `OpenPCS ElsyIM signature is ok`, and `Changing hardware to infoteam SmartSIM`.

Инструменты комплексов программирования ПЛК

Встроенные редакторы: классические ассемблеры и компиляторы для перевода текста в код.

Текстовые редакторы: быстрый ввод текстовых элементов, автоматическое объявление переменных, проверка синтаксиса и автоформатирование ввода, автонумерация строк.

Графические редакторы: автотрассировка соединений компонентов, автоматическая расстановка компонентов, автонумерация цепей, произвольное масштабирование изображения.

Средства отладки: унифицированный механизм соединения с ПЛК, выполнение программы в режиме реального времени, останов, сброс ПЛК, мониторинг значений переменных, пошаговое выполнение программы и т.д.

Средства управления проектом: создание и удаление компонентов, настройка транслятора, управление библиотеками, документирование проекта.

Условия работы ПЛК

- Температура
- Влажность
- Удары
- Вибрация
- Коррозионно-активная газовая среда
- Минеральная и металлическая пыль
- Электромагнитные помехи



Интеграция ПЛК в АСУТП



ПЛК ЭЛСИ-ТМ



Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение питания от источника постоянного тока	24 В
Допустимое отклонение напряжения питания от источника постоянного тока	+4 В
Номинальное напряжение питания от сети переменного тока частотой (50+1)Гц	220 В
Допустимое отклонение напряжения питания от сети переменного тока	+44 В
Потребляемая мощность, не более	50 Вт
Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой	IP20
Среднее время наработки на отказ, не менее	80000
Среднее время восстановления работоспособного состояния агрегатным методом замены, не более	10 мин
Время готовности к работе, не более	2 мин
Диапазон температур окружающего воздуха исполнение «Теплый» исполнение «Холодный»	от 0 до +60°С от -40 до +60°С

Условное обозначение модулей

ТА	Модуль аналогового ввода-вывода
ТD	Модуль дискретного ввода-вывода
ТС	Модуль центрального процессора
ТК	Модуль коммуникационный (панели)
ТN	Модуль интерфейсный
ТР	Модуль питания

Модули процессорные

TC 505 P300 ETH E

Процессор Pentium - 300

128 Мбайт ОЗУ

128 Мбайт ПЗУ

Ethernet 1-канал

4 дискретных входа

Обозначение модуля

TC 50X XXX XXX X

Серия контроллера

Функциональное назначение:
Процессорный

Порядковый номер разработки

Тип процессора:

P100 - Pentium 100 МГц

P300 - Pentium 300 МГц

Тип интерфейса:

ETH - Ethernet

485 - RS-485/RS-422

Рабочий диапазон температур:

C - от 0 до +60 °C

E - от -20 до +60 °C

I - от -40 до +60 °C



Модули дискретного ввода

TD 501L 32I 024DC – 32 дискретных входа разделены на две гальванические группы по 16 сигналов. Ток опроса 10, 20 мА. Напряжение опроса 24 В.



Модули дискретного вывода

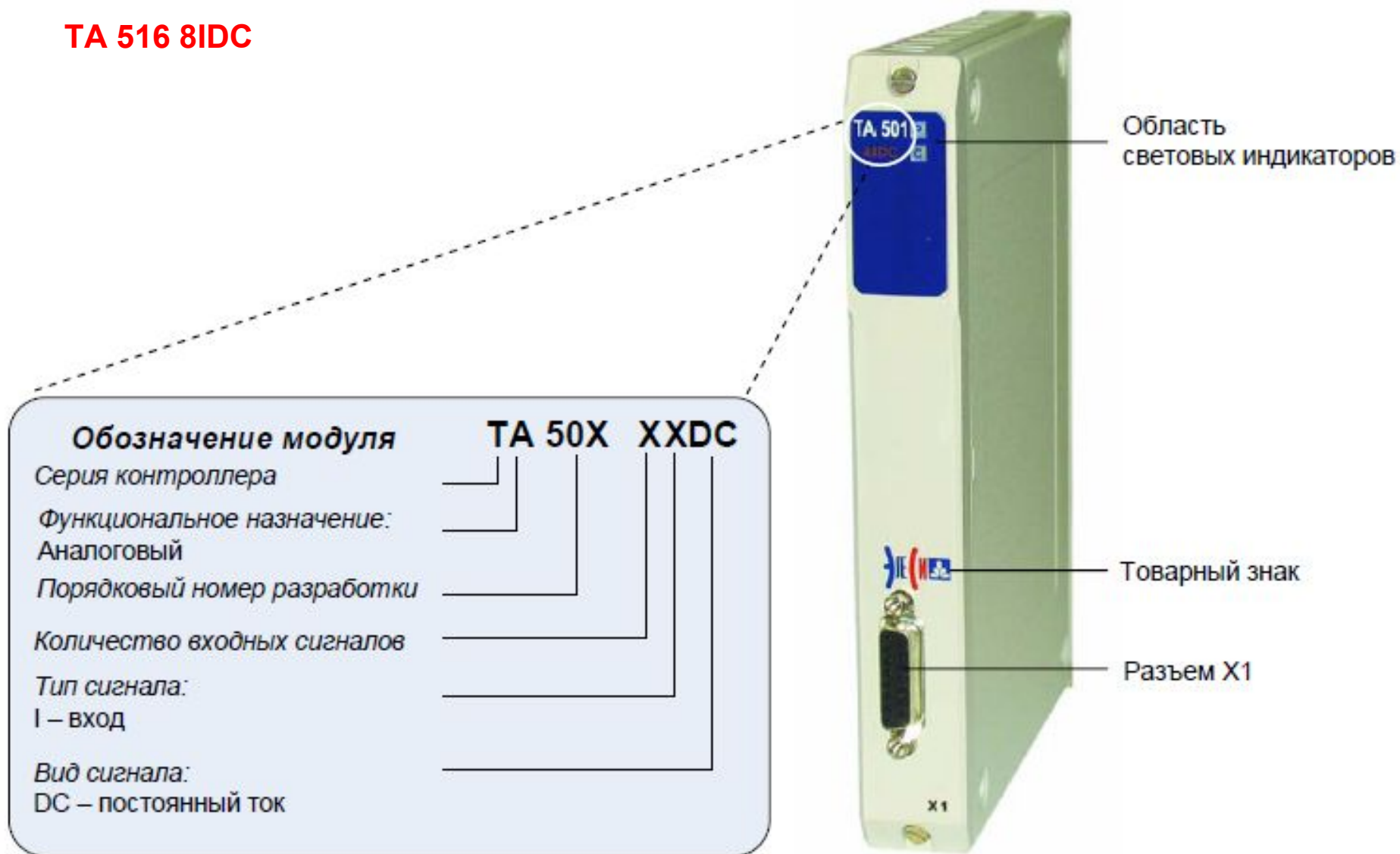
TD 502L 32O 024DC – 32 дискретных выхода разделенных на 2 канала; напряжение коммутации 30 В; ток 0,2 А

Обозначение модуля	TD 50XX XXX XXX XX X
Серия контроллера	TD
Функциональное назначение: Дискретный	50
Порядковый номер разработки	XX
Наличие индикации состояния выходных сигналов: L – индикация есть Нет символа – индикации нет	XXX
Количество сигналов	XXX
Тип сигнала: O – выход	XX
Номинальное коммутируемое напряжение постоянного тока	X
Вид сигнала: DC – постоянный ток	
Температурный диапазон: C – от 0 до +60 °C I – от -40 до +60 °C	



Модули аналогового ввода

TA 516 8IDC



Интерфейсные модули

TN 503 COM 485



Область световых индикаторов

Товарный знак

Разъем X1

Обозначение модуля

TN 50X XXX XXX

Серия контроллера

Функциональное назначение:

Интерфейсный

Порядковый номер разработки

Тип интерфейса:

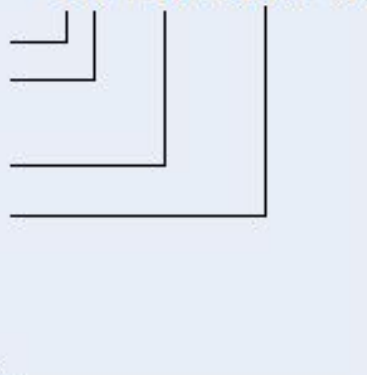
COM – RS-232C

485 – RS-485/RS-422

MDM – стык С1-ТЧ (модем)

Максимальная скорость обмена:

230 - 230,4 кбит/с



X1

Источники питания

TP 503 024 DC

Область световых индикаторов



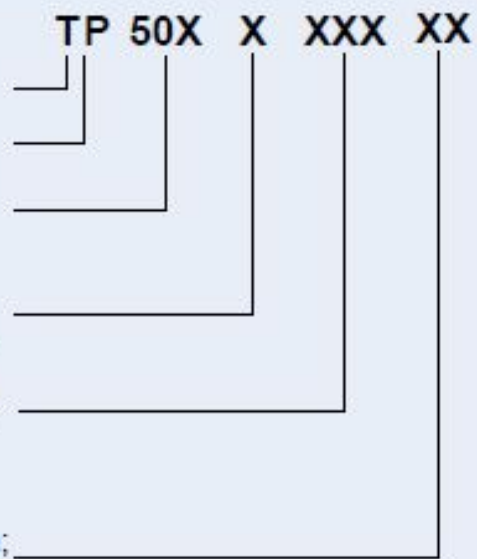
Тумблер

Товарный знак

Номинальное напряжение и ток потребления

Входной разъем питания

Обозначение модуля



+5V
+12V
-12V

TP 501
II 220 AC

СЕТЬ

ПИТАНИЕ
~220 В 0,5 А

1
2
3

Коммутационные панели

TK 501 4 – панель на 4 модуля ввода-вывода

TK 501 4R – панель на 4 модуля ввода-вывода
с возможностью резервирования

TK 501 6 – панель на 6 модулей ввода-вывода

TK 501 6R – панель на 6 модулей ввода-вывода
с возможностью резервирования

Коммутационные панели



Обозначение модуля	TK	50X	XX
Серия контроллера	┌	┌	┌
Функциональное назначение	└	└	└
Коммутация	└	└	└
Порядковый номер разработки	└	└	└
Количество модулей ввода-вывода: 4, 6, 7, 10	└	└	└
Наличие резервирования: R – резервирование предусмотрено нет символа – резервирование не предусмотрено	└	└	└



ПЛК



ПЛК универсального типа

Ориентированы на решение задач в различных областях.

Специализированные ПЛК

Ориентированы на оптимальное решение задач определенного класса



Основными параметрами, которые характеризуют ПЛК являются:

- ✓ Количество и тип возможных каналов ввода-вывода;
- ✓ Тип центрального процессора (разрядность, архитектура, производительность);
- ✓ Объем памяти программ и данных;
- ✓ Быстродействие по каналам ввода-вывода (время реакции на изменение сигналов, цикла управления и т.д.);
- ✓ Устойчивость к различным воздействиям (механическим, температурным, влажности, давления, попадания пыли);
- ✓ Надежность функционирования (время наработки на отказ, устойчивость к сбоям, резервирование);
- ✓ Стоимость.