

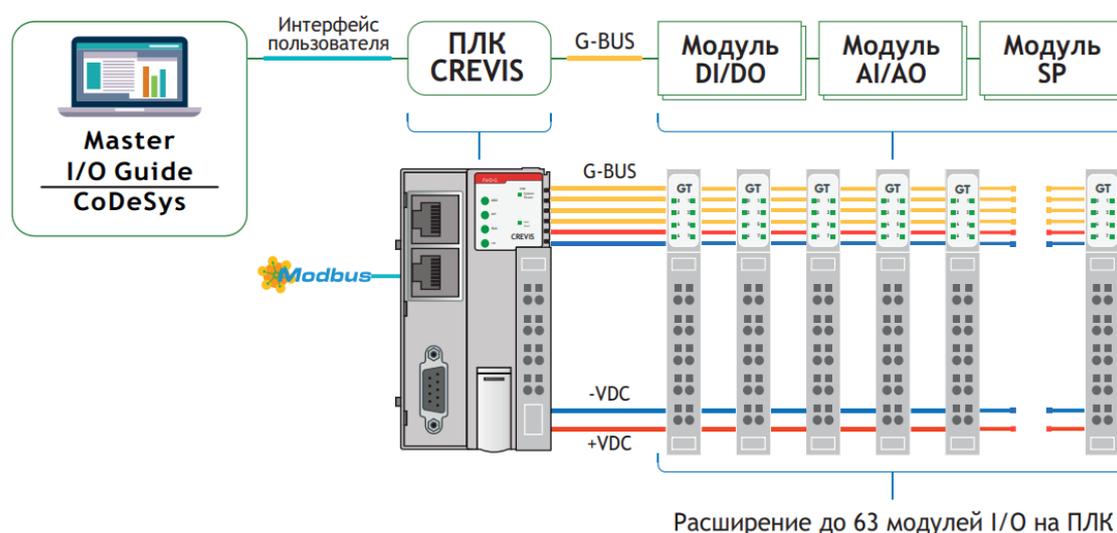
И. А. ЕЛИЗАРОВ, В. Н. НАЗАРОВ, В. А. ПОГОНИН, А. А. ТРЕТЬЯКОВ

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

В ТРЕХ ЧАСТЯХ

ЧАСТЬ 3

ПРОГРАММНО-ЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ



Тамбов

◆ Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ» ◆

2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»

И. А. ЕЛИЗАРОВ, В. Н. НАЗАРОВ, В. А. ПОГОНИН, А. А. ТРЕТЬЯКОВ

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

В ТРЕХ ЧАСТЯХ

ЧАСТЬ 3

ПРОГРАММНО-ЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по
направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»,
очной и заочной форм обучения

Учебное электронное издание



Тамбов

◆ Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ» ◆
2025

УДК 681.5
ББК 965-04я73
Т38

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Теоретическая и экспериментальная физика» ФГБОУ ВО «ТГУ им. Г. Р. Державина»

И. И. Пасечников

Кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой САПР ФГБОУ ВО «ТГТУ»

И. Л. Коробова

Т38 **Технические средства** автоматизации и управления : в 3-х ч. [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. А. Елизаров, В. Н. Назаров, В. А. Погонин, А. А. Третьяков. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ».

ISBN 978-5-8265-2176-2

Ч. 1 – 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 30,7 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-8265-2254-7

Ч. 2. – 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 22,3 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-8265-2388-9

Ч. 3. – 2025. – Программно-логические устройства систем автоматизации. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium IV ; RAM 512 Mb ; необходимое место на HDD 5,5 Mb ; Windows 7/8/10/11 ; дисковод CD-ROM ; мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-8265-2931-7

Представлены основные сведения о современных микроконтроллерных программно-логических устройствах автоматизации и управления техническими системами. Приведен обзор производителей программно-логических контроллеров (ПЛК) и дано описание популярных ПЛК, используемых на отечественном рынке автоматизации.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах», очной и заочной форм обучения. Может быть полезно инженерам, магистрам и аспирантам, занимающимся разработкой и проектированием АСУТП.

УДК 681.5
ББК 965-04я73

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Незаконное копирование и использование данного продукта запрещено.*

ISBN 978-5-8265-2176-2 (общ.)
ISBN 978-5-8265-2931-7 (ч. 3)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО ТГТУ), 2025

ВВЕДЕНИЕ

Современную промышленность невозможно представить без систем автоматизации. Сложность производственных процессов делает невозможным управление ими вручную, к тому же системы автоматики обходятся гораздо дешевле, чем обслуживающий персонал, да и работают они быстрее и надежнее. Да что говорить о промышленности – в настоящее время практически ни одно здание не обходится без автоматики. Школы, больницы, детские сады, офисные и складские помещения, загородные дома и коттеджи – все эти объекты оснащены инженерными системами с автоматическим управлением. Несмотря на многообразие применений и сфер использования, все системы автоматики работают по одному принципу и обладают схожей структурой, в центре которой находится «мозг» системы – программируемый логический контроллер (ПЛК) [1].

ПЛК предназначен для работы в режиме реального времени в условиях промышленной среды и должен быть доступен для программирования неспециалистом в области информатики. Изначально ПЛК, предназначались для управления последовательными логическими процессами, что и обусловило слово «логический» в названии ПЛК. Современные ПЛК, помимо простых логических операций, способны выполнять цифровую обработку сигналов, управление приводами, регулирование, функции операторского управления и т.д.

В настоящее время на отечественном рынке представлены программируемые контроллеры большого количества фирм производителей, как импортного, так и российского производства. В последние годы присутствует устойчивая тенденция проникновения на наш рынок продукции из азиатских стран. Эта продукция активно завоевывает ниши, которые оставили некоторые западные компании.

Учебное пособие знакомит читателей с ПЛК некоторых компаний, как традиционно присутствующих на отечественном рынке автоматизации, так и появившихся сравнительно недавно.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» и 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 27.03.03 «Системный анализ и управление», 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», и направлено на формирование следующих компетенций:

- способность участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем;

- способность выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРАХ

1.1. ПОНЯТИЕ И АРХИТЕКТУРА ПЛК

Слово «контроллер» произошло от английского control (управление), а не от русского «контроль» (учет, проверка). Контроллером в системах автоматизации называют устройство, выполняющее управление физическими процессами по записанному в него алгоритму, с использованием информации, получаемой от датчиков и выводимой в исполнительные устройства [2].

Первые контроллеры появились на рубеже 60-х и 70-х годов в автомобильной промышленности, где использовались для автоматизации сборочных линий. В то время компьютеры стоили чрезвычайно дорого, поэтому контроллеры строились на жесткой логике (программировались аппаратно), что было гораздо дешевле. Однако перенастройка с одной технологической линии на другую требовала фактически изготовления нового контроллера. Поэтому появились контроллеры, алгоритм работы которых мог быть изменен несколько проще – с помощью схемы соединений реле.

Немного позже появились ПЛК, которые можно было программировать на машинно-ориентированном языке, что было проще конструктивно, но требовало участия специально обученного программиста для внесения даже незначительных изменений в алгоритм управления. С этого момента началась борьба за упрощение процесса программирования ПЛК, которая привела сначала к созданию языков высокого уровня, затем – специализированных языков визуального программирования, похожих на язык релейной логики. В настоящее время этот процесс завершился созданием международного стандарта IEC (МЭК) 1131-3 (в настоящее время переименован в МЭК 61131-3).

Жесткие ограничения на стоимость и огромное разнообразие целей автоматизации привели к невозможности создания универсального ПЛК, как это случилось с офисными компьютерами. Область автоматизации выдвигает множество задач, в соответствии с которыми развивается и рынок, содержащий

сотни непохожих друг на друга контроллеров, различающихся десятками параметров.

Несмотря на огромное разнообразие контроллеров, в их развитии заметны следующие общие тенденции:

- уменьшение габаритов;
- расширение функциональных возможностей;
- увеличение количества поддерживаемых интерфейсов и сетей;
- использование идеологии «открытых систем»;
- использование языков программирования стандарта МЭК 61131-3;
- снижение цены.

Еще одной тенденцией является появление в контроллерах признаков компьютера (наличие мыши, клавиатуры, монитора, ОС Windows, возможности подключения жесткого диска), а в компьютерах – признаков контроллера (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). Появились компьютеры в конструктивах для жестких условий эксплуатации. Аппаратные различия между компьютером и контроллером постепенно исчезают. Основными отличительными признаками контроллера остаются его назначение и наличие технологического языка программирования [2].

Для классификации контроллеров используются различные признаки. Одним из основных показателей ПЛК является количество каналов ввода-вывода. По этому показателю контроллеры условно можно разделить на:

- малоканальные (число каналов ввода-вывода до 100);
- среднеканальные (число каналов ввода-вывода от 100 до 500);
- многоканальные (число каналов ввода-вывода свыше 500).

По расположению модулей ввода-вывода ПЛК бывают [2]:

- моноблочными – в которых 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), в которой располагаются модуль центрального процессора и сменные модули ввода-вывода. Состав модулей выбирается пользователем в зависимости от решаемой задачи. Типовое количество слотов для сменных модулей – от 8 до 32;

- распределенные (с удаленными модулями ввода-вывода) – в которых 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.

Многие контроллеры имеют набор сменных процессорных плат разной производительности. Это позволяет расширить круг потенциальных пользователей системы без изменения ее конструктива.

По конструктивному исполнению и способу крепления контроллеры делятся на:

- панельные (для монтажа на панель или дверцу шкафа);
- для монтажа на DIN-рейку внутри шкафа;
- для крепления на стене;
- стоечные – для монтажа в стойке;
- бескорпусные (обычно одноплатные) для применения в специализированных конструктивах производителей оборудования.

Архитектурой контроллера называют набор его основных компонентов и связей между ними. Типовой состав ПЛК включает центральный процессор, память, сетевые интерфейсы и устройства ввода-вывода (рис. 1.1). Иногда эта конфигурация дополняется устройством для программирования и пультом оператора, устройствами индикации, реже – принтером, клавиатурой, мышью или трекболом [1].

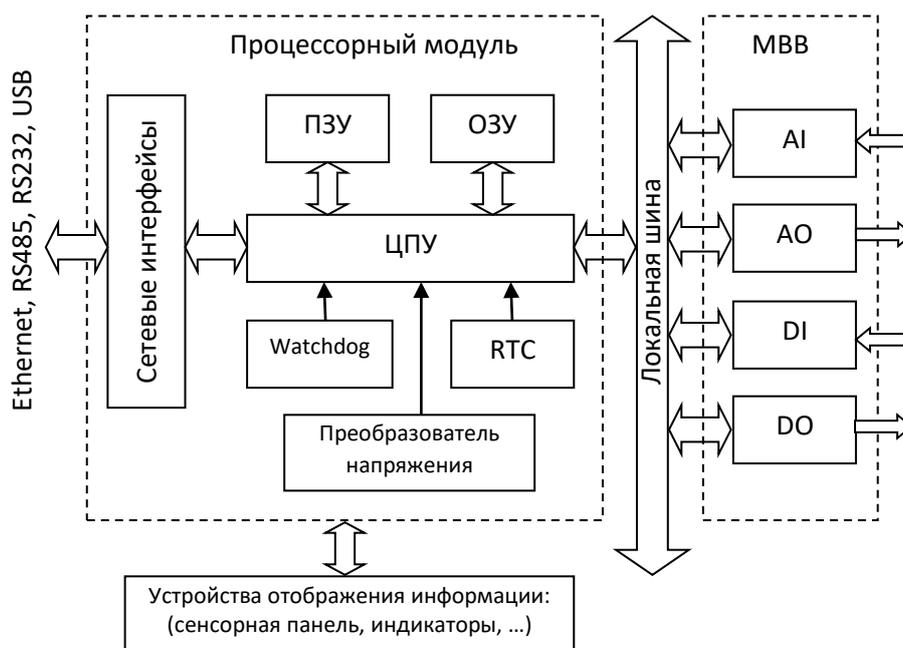


Рис. 1.1. Типовой состав ПЛК

Процессорный модуль включает в себя микропроцессор (центральное процессорное устройство – ЦПУ), запоминающие устройства, часы реального времени и сторожевой таймер.

Основными типами памяти является постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) и набор регистров микропроцессора. Регистры являются самыми быстродействующими элементами памяти, поскольку они используются арифметико-логическим устройством для исполнения элементарных команд процессора. ПЗУ используют для хранения редко изменяемой информации, такой, как операционная система, драйверы устройств, загрузчик, исполняемый модуль программы пользователя. ОЗУ используется для хранения данных, которые многократно изменяются в процессе работы контроллера, например значения тегов, результаты промежуточных вычислений, диагностическая информация и др.

В качестве ПЗУ (или ROM – Read Only Memory) обычно используется электрически стираемая перепрограммируемая память (EEPROM – Electrically Erasable Programmable ROM. Разновидностью EEPROM является флеш-память. Флеш-память может быть впаяна в печатную плату или быть съемной.

В качестве ОЗУ современные микропроцессоры используют статическую память (SRAM – Static Random Access Memory) и динамическую (DRAM – Dynamic Random Access Memory), SDRAM (Synchronous DRAM). Оба типа памяти (DRAM и SRAM) не могут сохранять информацию при отключении

питания ПЛК. Поэтому некоторые типы ПЛК используют батарейное питание памяти для сохранения работоспособности системы автоматизации после кратковременного прерывания питания.

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, ComactPCI, VME, CXM) или частнофирменными. Последовательная шина контроллера (на основе интерфейса RS-485) используется для подключения к нему удаленных (распределенных) модулей ввода-вывода.

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 (РВ) представляют собой кварцевые часы, которые питаются от батарейки и поэтому продолжают идти при выключенном ПЛК. Часы РВ используются, например, для управления уличным освещением в зависимости от времени суток, в системах охраны объектов и других случаях, когда необходима привязка данных или событий к астрономическому времени.

Модули ввода-вывода (МВВ) предназначены для преобразования входных аналоговых и дискретных сигналов в цифровую форму и выдачи управляющего воздействия в виде аналогового или дискретного сигнала. Модули аналогового ввода рассчитаны на ввод унифицированных сигналов тока и напряжения. Имеются специализированные модули аналогового ввода, рассчитанные на непосредственное подключение различных датчиков (например, термопар, термосопротивлений). Модули аналогового вывода преобразуют цифровой сигнал в унифицированный сигнал тока или напряжения. Модули дискретного ввода-вывода чаще всего работают с низкоуровневыми дискретными сигналами (24 В постоянного тока). Некоторые модели контроллеров располагают модулями дискретного ввода высокоуровневых сигналов постоянного или переменного тока (до 250 В) и модулями дискретного вывода, организованными с использованием тиристоров, симисторов (до 250 В, 300 ... 500 мА) и высоко-точных реле (250 В, 2 А).

1.2. РАБОЧИЙ ЦИКЛ ПЛК

Абсолютное большинство ПЛК работают по методу периодического опроса входных данных (сканирования). ПЛК опрашивает входы, выполняет пользовательскую программу и устанавливает необходимые значения выходов. Через определенное время этот цикл повторяется.

Одна итерация, включающая замер, обсчет и выработку воздействия, называется рабочим циклом ПЛК [3]. Выполняемые действия зависят от значения входов контроллера, предыдущего состояния и определяются пользовательской программой. Рабочий цикл большинства ПЛК включает 4 фазы:

- опрос входов;
- выполнение пользовательской программы;
- установку значений выходов;
- выполнение вспомогательных операций (диагностика, подготовка данных для отладчика, визуализация и т.д.).

По включению питания ПЛК выполняет самотестирование и настройку аппаратных ресурсов, очистку оперативной памяти данных (ОЗУ), контроль целостности прикладной программы пользователя. Если прикладная программа сохранена в памяти, ПЛК переходит к основной работе, которая состоит из постоянного повторения последовательности действий, входящих в рабочий цикл.

В самом начале цикла ПЛК производит физическое чтение входов. Считанные значения размещаются в области памяти входов. Таким образом, создается полная одномоментная зеркальная копия значений входов. Пользовательская программа работает только с мгновенной копией входов. Таким образом, значения входов в процессе выполнения пользовательской программы не изменяются в пределах одного рабочего цикла. Это фундаментальный принцип построения ПЛК сканирующего типа. Такой подход исключает неоднозначность алгоритма обработки данных в различных его ветвях. Существуют ПЛК, которые реализуют команды непосредственного доступа к аппаратуре входов и выходов, что позволяет обрабатывать и формировать отдельные сигналы с длительностью меньшей длительности рабочего цикла.

Далее выполняется код пользовательской программы, после чего обновляются физические выходы ПЛК в соответствии с расчетными значениями.

Оставшееся время до начала нового цикла может быть использовано для выполнения вспомогательных служебных операций (самотестирование, индикация состояния и др.)

1.3. КРАТКИЙ ОБЗОР ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПЛК

В настоящее время на отечественном рынке представлены программируемые контроллеры большого количества фирм-производителей, как импортного, так и российского производства. В таблице 1.1 представлена информация о некоторых зарубежных производителях ПЛК, нашедших широкое распространение на территории России.

1.1. Зарубежные производители ПЛК

Компания	Характеристика оборудования
Siemens (Германия)	Контроллеры серий Simatic S7-200, S7-300 (контроллеры 200 и 300 серии сняты с производства), S7-400, Simatic S7-1200, S7-1500, распределенные контроллеры Simatic ET-200SP
Schneider Electric (Франция)	Контроллеры серии Easy M100/M200, серии Modicon M221/M241/M251/M 262, контроллеры Modicon M258, Modicon M340, Modicon Quantum
Mitsubishi Electric (Япония)	Блочные ПЛК серий MELSEC F, MELSEC iQ-F, модульные ПЛК серии MELSEC L, MELSEC AnS/QnAS, высокопроизводительные ПЛК серии MELSEC System Q, MELSEC iQ-R
ABB (Швейцария)	ПЛК семейства AC500 (серии AC500-eCo, AC500-S, AC500-eco, AC500-XC)
Rockwell Automation/Allen Bradley (США)	ПЛК серий ControlLogix, CompactLogix, FlexLogix, SoftLogix
Honeywell Process (США)	Большая номенклатура специализированных и универсальных контроллеров серий UDC, PDM, SCS, TDC, TRN, MasterLogic, CP, C200, C300, Cisco и др.
Omron (Япония)	Компактные блочные контроллеры семейства CP1, модульные контроллеры CJ1 и CJ2, стоечные контроллеры CS1
Hitachi Industrial Equipment Systems (Япония)	Модульные контроллеры серий EHV+, HX, компактные блочные контроллеры MICRO-EHV +

Компания	Характеристика оборудования
Kooyo Electronics Industries (Япония) Automation Direct (США)	Контроллеры семейства Direct Logic: серии DL05, DL06, DL205, DL305, DL405, бюджетные ПЛК серии CLICK, микромодульные ПЛК серии Do-more, ПЛК серии Productivity
Delta Electronics (Тайвань)	Контроллеры малого класса DVP-SA2, DVP-SE, DVP-SS2, DVP-SV2, DVP-SX2, DVP-ES2/EX2, DVP-ES3, контроллеры среднего класса AS200/AS300, DVP-ES3, контроллеры управления движением DVP-МС и семейство АХ-3, высокопроизводительные контроллеры АН-500, АН-560
Beckhoff Automation GmbH (Германия)	Контроллеры узла сети серий ВС и ВХ, контроллеры на базе PC (Embedded PC) – серии CX1000, CX5000, CX8000, CX9000
WAGO Kontakttechnik (Германия)	Классические контроллеры серии Wago750, контроллеры серий PFC100 и PFC200
VIPА (Германия) YASKAWA	Семейство МикроПЛК VIPА System 100V, компактные модульные ПЛК VIPА System 200V, высокопроизводительные ПЛК VIPА System 300S, компактные модульные ПЛК VIPА SLIO
LS Electric (Корея)	Модульные ПЛК серии XGT (XGR/XGK/XGI), компактные ПЛК серии XGB
Crevis (Корея)	Модульные контроллеры серий GN, GL, M, модули ввода-вывода серий G и M
Kinco (Китай)	ПЛК для малых систем серий K2, K5, K6/K6S, KS, высокопроизводительные контроллеры серии АХ500, контроллеры управления движением серии АК8х0
Advantech (Тайвань)	Контроллеры серии APAX-5000, AMAX-5000 контроллеры и станции ввода-вывода серии ADAM-3600, контроллеры серии ADAM-5000
ICP DAS (Тайвань)	Контроллеры с ОС MiniOS7: серии I-7188, uPAC-7186, uPAC-5001/5002, I-8000 / iP-8000, контроллеры с ОС Windows: серии WP-2000, WP-5000, WP-8000, WP-9000, контроллеры с ОС Linux: серии LP-2000, LP-5000, LP-8000, LP-9000

В связи с политической обстановкой некоторые зарубежные компании (например, Siemens, Schneider Electric и др.) свернули свой бизнес в России, и их продукция стала недоступна для заказа.

В то же время на отечественный рынок вышло множество производителей контроллеров и других технических средств автоматизации из Китая. Среди них:

- контроллеры компании Xinje (Xinje – хорошо зарекомендовавшая себя на мировом рынке компания, специализирующаяся на разработке и производстве продукции для промышленной автоматизации);
- контроллеры GCAN от компании Shenyang Vhandy Technology Co., Ltd (Это высокотехнологичное предприятие на базе Шэньянского технологического университета);
- контроллеры компании The Inovance Group, которая является одним из крупнейших производителей оборудования для промышленной автоматизации в мире, специализирующаяся на задачах управления движением;
- контроллеры HCFA компании Hechuan Zhejiang Technology Co., Ltd;
- контроллеры серий NA2000/300/400 компании Atekon Technology Co., Lt.

В области ПЛК Россия представлена следующими производителями:

- «Овен» (Москва) – разработчик и производитель моноблочных ПЛК серий ПЛК-100/110/160 и ПЛК-200/210, а также сенсорных панельных контроллеров (СПК);
- ООО НИЛ АП (Таганрог) – разработчик и производитель широкой линейки контроллеров под торговой маркой «RealLab!». Среди производимого оборудования имеются решения и для взрывоопасных производств;
- «Fastwel» (Москва) – контроллеры и модули ввода-вывода для особо жестких условий эксплуатации серий Fastwel I/O и Fastwel F800;
- «Инкомсистем» (Казань) – ПЛК серий АБАК2 и АБАК3 для ответственных применений с функциями горячей замены модулей;
- «ЭлеСи» (Томск) – производитель модульных промышленных контроллеров ЭЛСИ-ТМК, ЭЛСИ-МКС и ЭЛСИМА;
- «ТРЭИ» (Пенза) – разработчик и производитель контроллеров и модулей серий TREI-5B-04 и TREI-5B-05, предназначенных для построения локальных и распределенных систем автоматического контроля и управления ответ-

ственными технологическими процессами, в том числе и взрывоопасных производств;

- ООО «РегЛаб» (Екатеринбург), входящая в группу компаний «Прософт-системы» – производитель контроллеров серий REGUL Rx00 и программно-технического комплекса AstraRegul;

- Компания «ТеконГруп» (Москва), входящая в ГК «ТЕКОН», – производитель линейки контроллеров «ТЕКОН» – многофункциональных ПЛК серий МФК-1500 и МФК-3000, предназначенных для создания АСУ ТП высокой и средней сложности предприятий различных отраслей промышленности;

- КБ «Агава» (Екатеринбург) – разработчик специализированной котельной автоматики, средств автоматизации печей и сушилок, а также универсальных программируемых контроллеров серий АГАВА ПЛК-30, -40, -50, -60, -70;

- «Сегнетикс» (Санкт-Петербург) – контроллеры разных серий для управления технологическими процессами и в первую очередь – для систем HVAC: контроллеров PIXEL, PIXEL, Matrix, SMH;

- «ЭЛАРА» (Чебоксары) – ПЛК Эликонт для создания отказоустойчивых систем управления на объектах энергетики;

- «Сибком-Цифра» (Уфа) – локализованные контроллеры серий СК1000/3000/4000. В качестве базы используются ПЛК Atekon Technology Co;

- «Компания ДЭП» (Москва) – производитель и поставщик программно-аппаратных средств общепромышленного и специального назначения (ПТК ДЕКОНТ, ПТК ДЕКОНТ-Ех), ориентированных на решение задач автоматизации объектов электроэнергетики и горнодобывающей промышленности;

- НПФ «КРУГ» (Пенза) – промышленные контроллеры DevLink-C1000, предназначены для создания «легких» и «средних» АСУ ТП;

- «Электропривод-НПЦ-ИТ» (Москва) – контроллеры и модули LogicBox – для построения систем автоматизации в различных отраслях промышленности;

- «Московский завод тепловой автоматики» (Москва) – контроллеры и модули ввода-вывода, входящие в состав программно-технических комплексов КОНТАР и КОМЕГА;

- «Нефтеавтоматика» (Уфа) – инженерная производственная компания, специализирующаяся на разработке и внедрении автоматизированных систем

управления, построенных на базе собственных ПЛК серий МКLogic-200 и МКLogic-500;

- «СНЭМА-СЕРВИС» (Уфа) – инжиниринговая компания, являющаяся разработчиком и поставщиком универсальных промышленных контроллеров BRIC, предназначенных для построения локальных и территориально-распределенных систем автоматики технологических объектов малого и среднего уровня сложности;

- ЗАО «Волмаг» (Чебоксары) – промышленные многофункциональные контроллеры КР-500М серии «Контраст»;

- Компания «МИКОНТ» (Пермь) – разработчик и производитель ПЛК серий МИКОНТ и СМАРТ;

- «Завод МикроДАТ» (Белгород) – один из старейших производителей ПЛК в России, в настоящее время осуществляющий поставку контроллеров МикроДАТ МК120 и МК202;

- НИЦ «Курчатовский институт»-НИИСИ (Москва) – разработчик серии промышленных программируемых логических контроллеров Багет-ПЛК на базе отечественного микропроцессора для применения в объектах критической инфраструктуры средней сложности;

- ООО «Эй энд Ти Текнолоджис» (Уфа), входящая в группу компаний «КАСТОМ» – производитель программируемых логических контроллеров, модулей ввода-вывода серии К15;

- СКБ «Промавтоматика» (Зеленоград) – производитель универсальных вычислителей расхода и контроллеров ПЛК-166, программируемых в среде ISAGRAF;

- ONI, входящий в группу компаний IEK GROUP (головной офис – г. Москва) – поставщик компонентов промышленной автоматизации, в том числе контроллеров ONI-ПЛК-S (производится в Корее) и ONI-ПЛК-W (производится в России);

- НТК «Приборэнерго» (Чебоксары) – разработчик и производитель ПЛК Авангард-10 со средой программирования Veremiz;

- КЭАЗ (Курск) – российский производитель ПЛК серии КЭАЗ OptiLogic L, панелей НМІ и других компонентов промышленной автоматизации;

– ООО «ТД Серебрум» (Санкт-Петербург) – программируемые логические контроллеры «Серебрум» с технологией интернет-мониторинга и управления;

– Систэм Электрик – российская компания, ядром которой стали специалисты российского сегмента компании Schneider Electric, закрывшей свой бизнес в России в 2021 году. Под брендом «Систэм Электрик» компанией поставляются ПЛК серий SystemPLC IO200 и SystemPLC S250. Контрактное производство этих контроллеров осуществляется на высокотехнологичных предприятиях КНР;

– ООО «ВЕДА МК» (VEDA MC) – российская компания, созданная сотрудниками отдела силовой электроники корпорации Danfoss после выхода последней из рынков России и Беларуси. Цель – замещение продукции Danfoss (частотных преобразователей, устройств плавного пуска и контроллеров). Под маркой VEDA MC поставляются промышленные контроллеры VEDA PLC серий VC-B, VC-S и VC-P.

Очень интересен опыт компании Optimus Drive. Компания **Optimus Drive** является одновременно российской компанией-импортером и отечественным брендом. Миссия компании – обеспечение потребителей недорогим высококачественным электроприводом и решениями в промышленной автоматизации (программируемые логические контроллеры и сенсорные панели). Создание компании – ответ на вызов все большего изобилия Китайских брендов на Российском рынке, правда одна беда – многие производители не готовы вкладываться в сертификацию и сервис, у кого-то отсутствует техподдержка и документация на русском.

Компания **Optimus Drive** осуществляет реализацию продукции под отечественным брендом, при этом контрактное производство продукции осуществляется на ведущих предприятиях КНР. Понимая важность технической поддержки, как одной из частей оценки качества продукции, компанией подготовлена вся русскоязычная документация и каталоги на продукцию. Для гарантийного и постгарантийного обслуживания и ремонта в России открыта сеть авторизованных сервисных центров. По качеству компания предоставляет гарантийный период, **равный 36 месяцам.**

2. КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ CREVIS

Компания CREVIS (Корея) стартовала в 2000 г., начав свою деятельность как резидент технопарка Samsung. Уже в 2002-м на мировом рынке была представлена первая линейка ПЛК и модулей ввода-вывода, а через год к ним присоединились сетевые адаптеры [4].

В 2018 году бренд CREVIS официально пришел в нашу страну, его эксклюзивным представителем на территории Российской Федерации и стран СНГ стало ООО «Кревис» (Новосибирск). К настоящему времени региональные представительства компании работают в Уфе, Тюмени и Челябинске.

Несмотря на относительно молодой возраст бренда (если сравнивать, например, с теми же Siemens или Schneider Electric), его владельцы с самого начала были настроены на серьезную и продолжительную деятельность, регулярно собирали обратную связь и работали над ошибками, совершенствуя качество продукции. Представленные сегодня на российском рынке линейки продуктов CREVIS – результат кропотливого труда штата разработчиков. Существуют две такие линейки – G и M.

Продукция CREVIS свободна от санкционных ограничений и может быть доставлена покупателю в минимальные сроки.

2.1. КОНТРОЛЛЕРЫ И МОДУЛИ ЛИНЕЙКИ G

Серия G (или General) – это линейка устройств общего применения (рис. 2.1), которая включает [5]:

- ПЛК моделей GN-93xx, GN-94xx (стандартная версия) и GL-99xx (компактная версия);
- сетевые адаптеры (GL-90xx/91xx для малоканальных систем – до 16 модулей и GN-92xx/93xx/95xx для многоканальных систем – до 63 модулей);
- модули дискретного ввода (GT-1xxx) и дискретного вывода (GT-2xxx);
- модули аналогового ввода (GT-3xxx) и аналогового вывода (GT-4xxx);
- модули специального назначения (GT-5xxx);
- модули питания (GT-7xxx).



Рис. 2.1. Модульная система CREVIS серии G

ПЛК из серии G можно условно поделить на три категории. Первая – это базовая (basic), подходит для простых применений (модели GN-9371, GN-9481, GL-9971). Вторая – основная (common), оптимальна для большинства применений (модели GN-9372, GN-9482, GL-9972, GL-9974). И наконец, третья – продвинутая (advanced), предназначена для применений с использованием веб-визуализации (модели GN-9373, GN-9483, GL-9973, GL-9975).

При этом вне зависимости от категории каждый ПЛК имеет впечатляющие коммуникационные возможности.

Так, у моделей GN-937x (рис. 2.2) любой модификации предусмотрено два порта Ethernet (RJ-45) и один последовательный порт (COM). Сами ПЛК поддерживают протоколы Modbus TCP/UDP по портам Ethernet и Modbus RTU по последовательному порту. Несмотря на постепенное внедрение новых и проприетарных протоколов передачи, именно Modbus до сих пор остается самым популярным благодаря своей открытости.

Модели GN-948xx отличаются наличием двух портов EtherCAT (RJ-45, протокол EtherCAT), одного порта Ethernet (RJ-45, протокол Modbus TCP/UDP) и одного последовательного порта (COM, протокол Modbus RTU).

Компактные модели GL-99xx выглядят несколько скромнее и имеют лишь два разъема RJ-45. В моделях GL-9971, GL-9974, GL-9975 оба разъема используются как Ethernet-порты (Modbus TCP/UDP). А вот в моделях GL-9972 и GL-9973 реализовано другое решение: один из портов используется как Ethernet-порт (Modbus TCP/UDP), а другой – как последовательный порт (Modbus RTU).

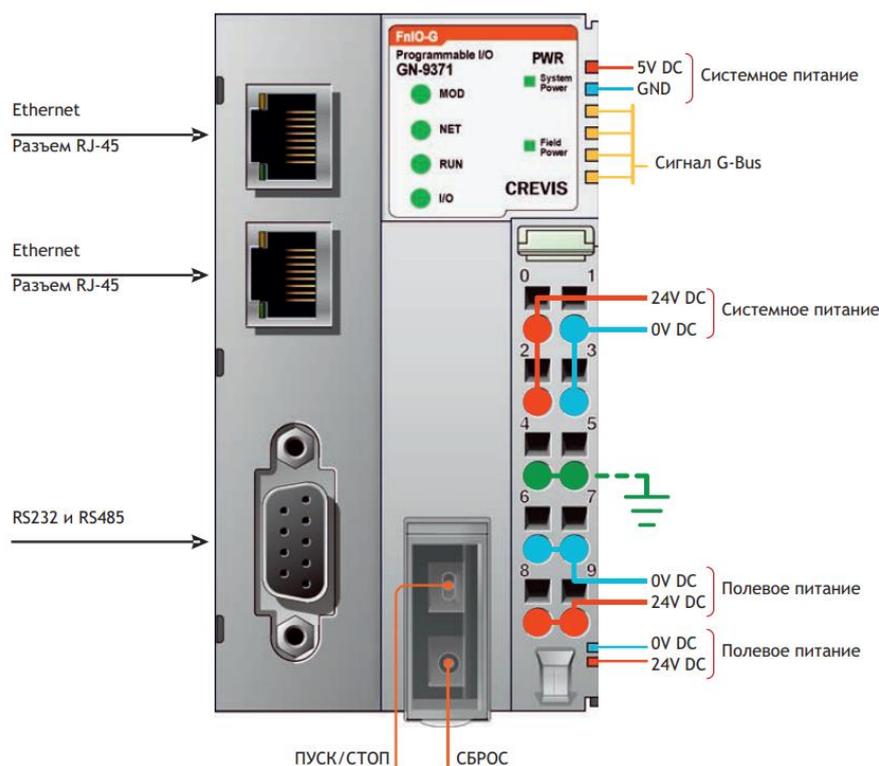


Рис. 2.2. Схема подключения ПЛК GN-9371/9372/9373

Модули ПЛК выполняют роль центрального процессора и позволяют реализовать АСУТП, системы сбора данных и встраиваемые решения. ПЛК поддерживает все модули ввода-вывода серии G, автоматически определяет состав подключенных модулей. ПЛК осуществляет сбор данных и управление модулями ввода-вывода посредством внутренней шины G-bus, при этом количество модулей ввода-вывода на внутренней шине может достигать 63 (рис. 2.3).

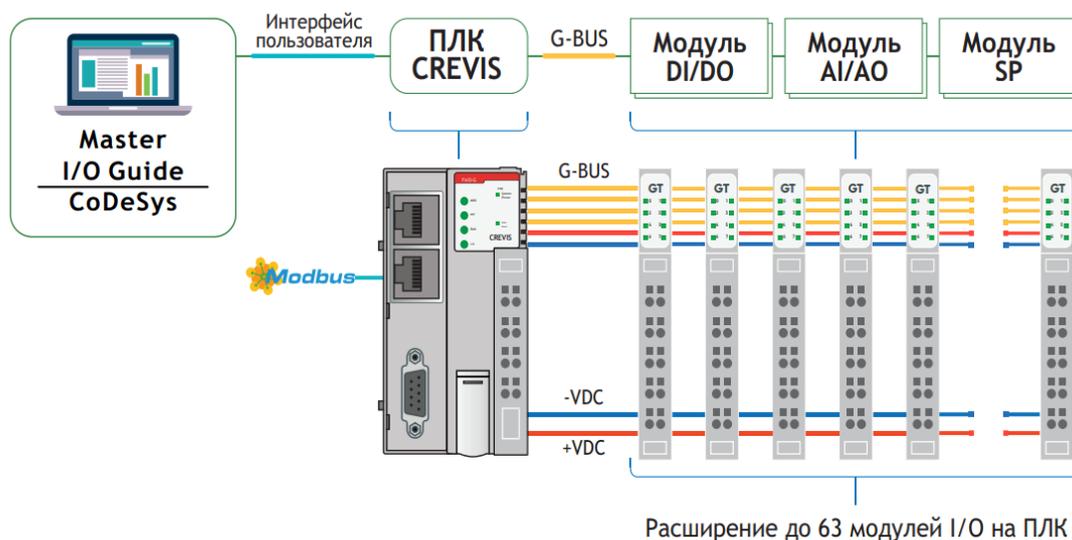


Рис. 2.3. Структурная схема обмена данными между ПЛК и модулями расширения

ПЛК с двумя интерфейсами Ethernet имеют одну сетевую карту (IP-адрес) и могут использоваться как неуправляемый коммутатор. ПЛК при работе по протоколу Modbus TCP (интерфейсу Ethernet) поддерживают режимы Server и Client, по протоколу Modbus RTU (интерфейс RS-232/R-S485) – режимы Master и Slave, что позволяет легко интегрировать их в SCADA и MES. ПЛК с поддержкой EtherCAT протокола поддерживают режим только Slave и используются в высокопроизводительных АСУТП, системах управления движением.

В линейке G можно найти устройства с протоколами DeviceNet, CC-link, Modbus RTU, CC-Link IE Field Basic, EtherCAT, ProfiNet, Modbus TCP, Ethernet IP, CANopen, BACNET, CC-Link IE, ProfiBus.

Что касается среды программирования, это привычная большинству современных программистов АСУТП CoDeSys версии 3.5.17, т.е. языки по МЭК 61131-3 (LD, IL, ST, FBD, SFC, CFC). Программное обеспечение, библиотеки, примеры и файлы-описатели можно свободно скачать с сайта ООО «Кревис» (www.crevis.ru) в разделе «Документация и ПО».

Модули дискретного ввода серии G

Переходя к модулям ввода-вывода, следует начать именно с дискретного ввода – как правило, в автоматизированных системах таких сигналов больше всего. Всевозможные сигналы состояния, датчики с «сухим контактом» или полупроводниковым ключом, концевые выключатели – все это собирается в модуль дискретного ввода. Плотность сигналов довольно высокая, и здесь корейскому бренду определенно есть что предложить.

В номенклатуре (табл. 2.1) имеются модули на 8, 16 и 32 канала, с различными типами ввода – как sink (сток, или приемник), так и source (исток, или источник) и универсальный вывод (sink или source, по желанию). Кроме этого, в ассортименте есть модули, в которых каждый канал можно настроить на ввод или вывод. Номиналы напряжений входов в линейке модулей дискретного ввода также весьма разнообразны. По постоянному току это и стандартные 24, 5 и 12 В, и даже ввод стандарта NAMUR на 8,2 В. Для применения в схемах управления электроустановками имеются вводы переменного тока на 120 и 240 В на четыре канала.

2.1. Характеристика некоторых модулей дискретного ввода

Наименование	Число каналов	Тип модуля	Напряжение	Тип разъема
GT-1138	8	Универсальный ввод	3,3/5 В	10RTB
GT-121F	16	Ввод sink	24 В	IDC20
GT-122F	16	Ввод source	24 В	IDC20
GT-1238	8	Универсальный ввод (sink или source)	24 В	10RTB
GT-123F	16		24 В	IDC20
GT-12BA	32	Ввод sink	24 В	IDC40
GT-12CA	32	Ввод source	24 В	IDC40
GT-12DF	16	Универсальный ввод (sink или source)	24 В	18RTB
GT-12FA	32		24 В	IDC40
GT-1358	8	Ввод sink, 3-проводной	24 В	18RTB
GT-1368	8	Ввод source, 3-проводной	24 В	18RTB
GT-1804	4	Потенциальный переменного тока	~120 В	10RTB
GT-1904	4		~240 В	10RTB

Что касается подключения, здесь, в зависимости от потребностей пользователя и схемы подключения, имеются решения с 10- и 18-контактными съемными клеммниками (10 RTB и 18 RTB соответственно), разъемами IDC20 и IDC40, а также разъемами ERNI на 48 контактов.

Модули дискретного вывода серии G

Дискретный вывод – это все, что касается так называемого релейного управления, т.е. «включить-отключить», «открыть-закрыть», «запустить-остановить». В этой области номенклатура модулей CREVIS серии G также весьма обширна (табл. 2.2). В линейке присутствуют модули собственно дискретного вывода на 8, 16 и 32 канала с типом вывода sink или source на номинальное напряжение 24 В, а также модули с релейным выходом – как на базе твердотельных реле, так и с «сухими контактами» электромеханических реле.

В плане подключения – все аналогично модулям дискретного ввода: те же съемные клеммники 10RTB и 18RTB, разъемы IDC20, IDC40 и ERNI.

2.2. Характеристика некоторых модулей дискретного вывода

Наименование	Число каналов	Тип модуля	Напряжение	Макс. ток канала/модуля	Тип разъема
GT-221F	16	Sink	24 В	0,3 А/4,8 А	IDC20
GT-223F	16	Sink, без защиты от КЗ	24 В	0,3 А/4,8 А	IDC20
GT-222F	16	Source	24 В	0,3 А/3,6 А	IDC20
GT-224F	16	Source, без защиты от КЗ	24 В	0,3 А/3,6 А	IDC20
GT-225F	16	Sink	24 В	0,3 А/4,8 А	18RTB
GT-227F	16	Sink, без защиты от КЗ	24 В	0,3 А/4,8 А	18RTB
GT-226F	16	Source	24 В	0,3 А/4,8 А	18RTB
GT-228F	16	Source, без защиты от КЗ	24 В	0,3 А/4,8 А	18RTB
GT-22BA	32	Sink	24 В	0,3 А/6 А	IDC40
GT-22DA	32	Sink, без защиты от КЗ	24 В	0,3 А/6 А	IDC40
GT-22CA	32	Source	24 В	0,3 А/6 А	IDC40
GT-22EA	32	Source, без защиты от КЗ	24 В	0,3 А/6 А	IDC40
GT-2318	8	Sink	24 В	0,5 А/4 А	10RTB
GT-2338	8	Sink, без защиты от КЗ	24 В	0,5 А/4 А	10RTB
GT-2328	8	Source	24 В	0,5 А/4 А	10RTB
GT-2348	8	Source, без защиты от КЗ	24 В	0,5 А/4 А	10RTB
GT-2734	4	MOS реле	~240 В	0,5 А/4 А	10RTB
GT-2738	8	(твердотельное)	=240 В	0,5 А/4 А	18RTB
GT-2744	4	Реле («сухой контакт», НО)	=0...110В ~240 В	2 А/8 А	10RTB
GT-2764	4	MOS реле (твердотельное)	~24 В	2 А/8 А	10RTB
GT-2768	8		=24 В	2 А/16 А	18RTB
GT-2784	4		~110 В	1 А/4 А	10RTB
GT-2784	8		=110 В	1 А/8 А	18RTB
GT-2E1A	32	Sink	24 В	0,3 А/6 А	ERNI48
GT-2E2A	32	Source	24 В	0,3 А/6 А	ERNI48
GT-2E3A	32	Sink, без защиты от КЗ	24 В	0,3 А/6 А	ERNI48

Модули аналогового ввода серии G

подавляющее большинство датчиков и измерительных приборов посылают в систему унифицированный сигнал, который и обрабатывают такие модули.

CREVIS предлагает различные варианты устройств. Первая группа (табл. 2.3) – это модули для ввода унифицированных сигналов (0...20, 4...20, -20...+20 мА; 0...10, 0...5, 1...5, -5...+5, -10...+10 В) с разрешением в 12 и 16 бит.

2.3. Характеристика некоторых модулей аналогового ввода

Наименование	Число каналов	Тип модуля	Диапазон сигнала	Разрешение	Тип разъема
GT-3114	4	Несимметричный токовый	0...20 мА, 4...20 мА	12 бит	10RTB
GT-3118	8			12 бит	10RTB
GT-3154	4			14/16 бит	10RTB
GT-3158	8			14/16 бит	10RTB
GT-311F	16			12 бит	IDC20
GT-315F	16			14/16 бит	IDC20
GT-317F	16			12 бит	18RTB
GT-319F	16			14/16 бит	18RTB
GT-3424	4	Несимметричный напряжения	0...10 В, 0...5 В, 1...5 В	12 бит	10RTB
GT-3428	8			12 бит	10RTB
GT-3464	4			14/16 бит	10RTB
GT-3468	8			14/16 бит	10RTB
GT-342F	16			12 бит	IDC20
GT-346F	16			14/16 бит	IDC20
GT-347F	16			12 бит	18RTB
GT-349F	16			14/16 бит	18RTB
GT-3914	4	Дифференциальный токовый	0...20 мА, 4...20 мА, -20...+20 мА	12 бит	10RTB
GT-3934	4			14/16 бит	10RTB
GT-3918	8			12 бит	18RTB
GT-3938	8			14/16 бит	18RTB
GT-3924	4	Дифференциальный напряжения	0...10 В, 0...5 В, -10...+10 В, -5...+5 В	12 бит	10RTB
GT-3944	4			14/16 бит	10RTB
GT-3928	8			12 бит	18RTB
GT-3948	8			14/16 бит	18RTB

Вторую группу представляют модули для специальных сигналов – таких как сигнал от весовой ячейки (–150...+150 мВ), термопары (градуированный ввод либо измерение напряжения в мВ), термосопротивления RTD (градуированный ввод либо измерение сопротивления в Ом) или датчика NTC (градуированный ввод либо измерение сопротивления в Ом или кОм).

Имеются также модули учета электроэнергии, на которых можно реализовать технический учет. Точность измерений при использовании соответствующих трансформаторов тока вписывается в класс 1.

Здесь же представлены 4-канальные регуляторы температуры со входами от термопар или термосопротивлений (градуированный ввод) и выходами SSR или 4...20 мА.

Стоит подчеркнуть, что системы распределенного ввода-вывода CREVIS имеют сертификат об утверждении типа средств измерений, а значит, имеют подтвержденную стабильную точность измерения параметров. Это весьма полезно для метрологического обеспечения предприятия.

Для подключения используются съемные клеммники 10RTB и 18RTB.

Модули аналогового вывода серии G

Вопросы аналогового регулирования, такие как открытие задвижки под определенным углом или задание скорости частотному преобразователю, решаются с помощью модулей аналогового вывода.

В этом отношении CREVIS может предложить модули с унифицированным токовым выходом 0...20 и 4...20 мА на 4 и 8 каналов с разрешением 12 и 16 бит, а также с унифицированным выходом напряжения 0...10 В (4, 8 и 16 каналов с разрешением 12 и 16 бит) и -10...+10 В (4 канала с разрешением 12 и 16 бит) (табл. 2.4).

Подключение, как и у модулей аналогового ввода, производится через съемные клеммники 10RTB и 18RTB либо разъем IDC20.

2.4. Характеристика некоторых модулей аналогового вывода

Наименование	Число каналов	Тип модуля и диапазон сигнала	Сопротивление нагрузки	Разрешение	Тип разъема
GT-4114	4	Несимметричный токовый 0...20 мА	макс. 250 Ом	12 бит	10RTB
GT-4118	8		макс. 200 Ом	12 бит	10RTB
GT-4154	4		макс. 250 Ом	16 бит	10RTB
GT-4158	8		макс. 200 Ом	16 бит	10RTB
GT-4214	4	Несимметричный токовый 4...20 мА	макс. 250 Ом	12 бит	10RTB
GT-4218	8		макс. 200 Ом	12 бит	10RTB
GT-4254	4		макс. 250 Ом	16 бит	10RTB
GT-4258	8		макс. 200 Ом	16 бит	10RTB
GT-4314	4	Несимметричный токовый 4...20 мА	мин. 250 Ом макс. 550 Ом	12 бит	18RTB

Наименование	Число каналов	Тип модуля и диапазон сигнала	Сопротивление нагрузки	Разрешение	Тип разъема
GT-4354	4		мин. 550 Ом макс. 750 Ом	16 бит	18RTB
GT-4334	4			12 бит	18RTB
GT-4374	4			16 бит	18RTB
GT-4424	4	Напряжение 0...10 В	мин. 2 кОм	12 бит	10RTB
GT-4428	8	Напряжение 0...10 В, 0...5В		12 бит	10RTB
GT-4464	4	Напряжение 0...10 В		16 бит	10RTB
GT-4468	8			16 бит	10RTB
GT-442F	16	Напряжение 0...10 В	мин. 2 кОм	12 бит	IDC20
GT-446F	16			16 бит	IDC20
GT-347F	16			12 бит	18RTB
GT-349F	16			16 бит	18RTB
GT-4524	4			Напряжение -10...+10 В	мин. 4 кОм
GT-4564	4	16 бит	10RTB		

Специальные модули серии G

Помимо перечисленных, в номенклатуре серии G есть специальные модули. Эта категория устройств позволяет решать специфические задачи и включает следующие модификации:

- модули высокоскоростного счетчика (до 500 кГц);
- модули для подключения энкодера, в том числе и с нулевым сигналом;
- модули с выходом ШИМ и импульсным выходом;
- модуль с выходом сигнала стандарта RS-422;
- драйвер шагового двигателя;
- коммуникационные модули с протоколами SSI, RS-232 и RS-485;
- модуль аналогового ввода 4...20 мА с поддержкой HART.

Модули питания серии G

При проектировании системы и ее эксплуатации часто приходится решать задачи, связанные не только с обработкой сигналов, но и с распределением питания и потенциалов. У CREVIS имеются модули и для таких целей. Например, для экономии места внутри шкафа всегда можно поставить в корзи-

ну модули распределения потенциалов 0 и 24 В, отказавшись от внешних распределительных блоков. Для расширения системного питания возможна установка соответствующей модели. Это требуется, если суммарное потребление всех модулей в корзине близко к предельному значению, обеспечиваемому ПЛК или сетевым адаптером.

А с помощью модуля полевого питания возможно выделить потенциальную группу, у которой напряжение полевой шины будет не 24, а, например, 5 В постоянного тока. Кроме того, в данной категории модулей имеются фильтры для обеспечения электромагнитной совместимости.

В зависимости от количества обрабатываемых каналов модули ввода-вывода изготавливаются в различных форм-факторах, рассчитанных на подключение различных разъемов: 10RTB, 18RTB, IDC20, ERNI48.

На рисунке 2.4 показан внешний вид модулей ввода-вывода с разъемами 10RTB и 18RTB. Разъемы 10RTB и 18RTB имеют соответственно 10 и 18 нажимных подпружиненных контактов. Разъемы 10RTB и 18RTB допускают их съем из модуля ввода-вывода без необходимости демонтажа подключенных проводов. Это облегчает монтаж проводов и существенно сокращает время в случае замены модуля.

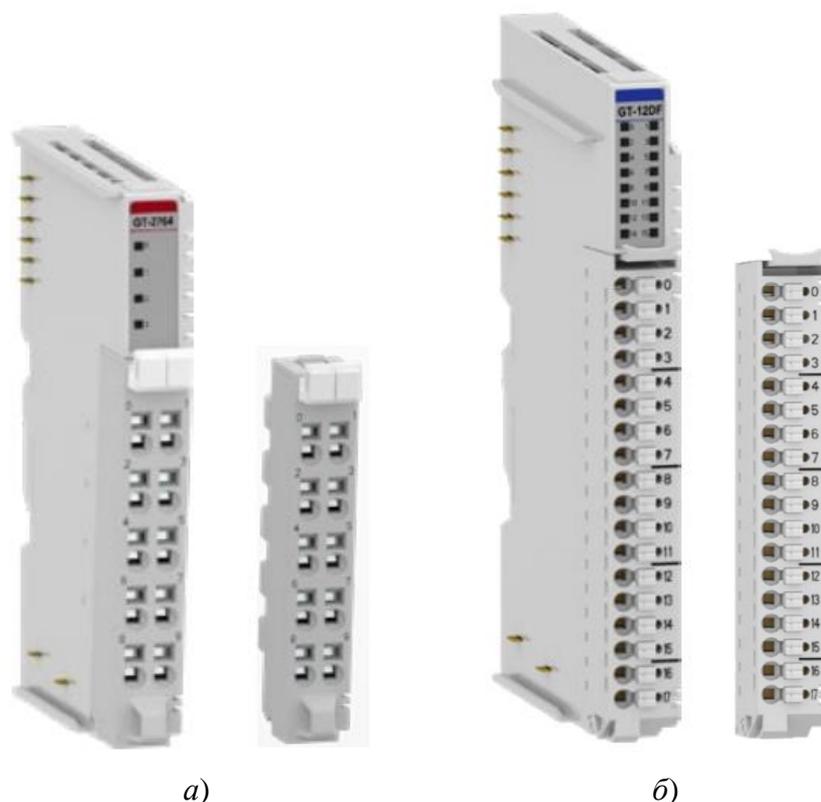


Рис. 2.4. Внешний вид модулей ввода-вывода с разъемами 10RTB (а) и 18RTB (б)



Рис. 2.4. Внешний вид модулей ввода-вывода с разъемами IDC20 (а) и IDC40 (б)



Рис. 2.5. Ответные части разъемов IDC20 и IDC40

К модулям ввода-вывода с разъемом IDC20 (рис. 2.5, а) или IDC40 (рис. 2.5, б) подключение осуществляется через ответные части IDC-20F и IDC-40F (рис. 2.6) с помощью шлейфа.

2.2. КОНТРОЛЛЕРЫ И МОДУЛИ ЛИНЕЙКИ М

Серия М (рис. 2.6) – это новая линейка, предназначенная для построения распределенных систем управления ответственными процессами. Основные отличия от серии G:

- возможность «горячей замены» модулей ввода-вывода;
- резервирование по сети и питанию;
- расширенный диапазон температур: $-40...+60$ °С;
- единый клеммник 18RTВ для всех модулей ввода-вывода.

Серия М включает:

- ПЛК в стандартном исполнении (модели М9371, М9372, М9373) и компактном исполнении (М9971, М9972, М9973);
- нерезервированные сетевые адаптеры (ML9073, ML9087, ML9089 для малоканальных систем – до 16 модулей и М9212/М9222/М9273 для многоканальных систем – до 63 модулей);
- резервированные сетевые адаптеры MD9273, MD9289;
- модули дискретного ввода (М-1xxx) и дискретного вывода (GT-2xxx);
- модули аналогового ввода (М-3xxx), аналогового вывода (М-4xxx), комбинированные модули аналогового ввода-вывода (М-3Сxxx);
- модули специального назначения (М-5xxx);
- модули питания (М-7xxx).

Модули ПЛК (рис. 2.7) выполняют роль центрального процессора и позволяют реализовать АСУТП, системы сбора данных и встраиваемые решения [6]. ПЛК поддерживает все модули ввода-вывода серии М, автоматически определяет состав подключенных модулей. Сбор данных и управление модулями ввода-вывода осуществляется посредством внутренней шины М-bus.



Рис. 2.6. Модульная система CREVIS серии М



Рис. 2.7. Внешний вид модуля ПЛК серии М:

а – стандартное исполнение (M937х); *б* – компактное исполнение (ML997х)

ПЛК в стандартном исполнении имеют на борту два порта Ethernet (RJ-45) и один последовательный порт (COM) (рис. 2.8). ПЛК при работе по протоколу Modbus TCP (интерфейсу Ethernet) поддерживают режимы Server и Client, по протоколу Modbus RTU (интерфейс RS-232/RS-485) – режимы Master и Slave.

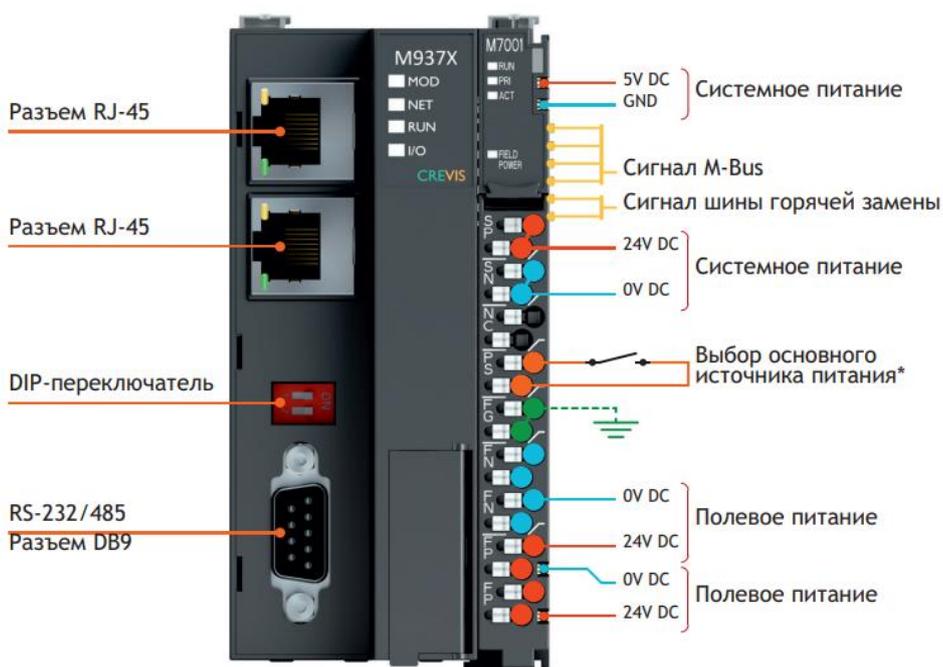


Рис. 2.8. Схема подключения ПЛК M9371/9372/9373

Программирование ПЛК серии М, так же как и серии G, осуществляется в среде CoDeSys 3.5 на языках IL, LD, FBD, ST, SFC, CFC.

Контроллеры серии М имеют встроенный Web-сервер. Старшие модели поддерживают функционал сервера OPC DA, сервера и клиента OPC UA. Модели с расширенным функционалом поддерживают Web-визуализацию технологических процессов средствами CODESYS WebVisu.

Модули дискретного ввода серии М

В номенклатуре (табл. 2.9) имеются модули на 8, 16 каналов с различными типами ввода – как sink (сток, или приемник), так и source (исток, или источник) и универсальный вывод (sink или source, по желанию). Номиналы напряжений входов в линейке модулей дискретного ввода также весьма разнообразны: 24, 5 и 12 В постоянного тока, 120 и 240 В – переменного тока.

2.5. Характеристика модулей дискретного ввода серии М

Наименование	Число каналов	Тип модуля	Напряжение	Тип разъема
M12DF	16	Универсальный ввод	=24 В	18RTB
M15DF	16	Универсальный ввод	=12 В	18RTB
M1278	8	Ввод датчика приближения (Sink, 6mA)	=24 В	18RTB
M1418	8 DI 8 DO	Ввод sink-вывод source с диагностикой	=24 В	18RTB
M1428	8 DI 8 DO	Ввод source-вывод source с диагностикой	=24 В	18RTB
M1B7F	16 DI/DO (настраиваемые)	Ввод sink-вывод source	=24 В	18RTB
M1B8F	16 DI/DO (настраиваемые)	Ввод source-вывод sink	=24 В	18RTB
M1C18	8 DI 8 DO	Ввод КМОП, Вывод КМОП, push-pull	=5 В	18RTB
M1808	8	Потенциальный переменного тока	~120 В	18RTB
M1908	8		~240 В	18RTB

Модули дискретного вывода серии М

Номенклатура модулей дискретного вывода серии М весьма обширна (табл. 2.6). В линейке присутствуют модули собственно дискретного вывода на 8, 16 и 32 канала с типом вывода sink или source на номинальное напряжение 24 В, а также модули с релейным выходом – как на базе твердотельных реле, так и с «сухими контактами» электромеханических реле.

2.6. Характеристика некоторых модулей дискретного вывода

Наименование	Число каналов	Тип модуля	Напряжение	Макс. ток канала/модуля	Тип разъема
M225F	16	Sink	24 В	0,3 А/4,8 А	18RTB
M227F	16	Sink, без защиты от КЗ	24 В	2 А/10 А	18RTB
M2418	8, Multi-Com	Sink, диагностика	24 В	0,5 А/4 А	18RTB
M2618	8, Multi-Com	Sink	24 В	2 А/10 А	18RTB
M226F	16	Source	24 В	2 А/10 А	18RTB
M228F	16	Source, без защиты от КЗ	24 В	0,3 А/4,8 А	18RTB
M2368	8, Multi-Com	Source	24 В	0,5 А/4 А	18RTB
M2428	8, Multi-Com	Source, диагностика	24 В	0,5 А/4 А	18RTB
M2628	8, Multi-Com	Source	24 В	2 А/10 А	18RTB
M2738	8	MOS реле (твердотельное)	~240 В =240 В	0,5 А/4 А	18RTB
M2744	4	Реле («сухой контакт», НО)	=24 В ~240 В	2 А/8 А	18RTB
M2768	8	MOS реле (твердотельное)	~24 В =24 В	2 А/16 А	18RTB
M2774	4	Реле («сухой контакт», перекидной)	=24 В ~240 В	2 А/8 А	18RTB
M2788	8	MOS реле (твердотельное)	~110 В =110 В	1 А/8 А	18RTB

Модули аналогового ввода серии М

Компания CREVIS предлагает модули аналогового ввода, работающие с унифицированными сигналами тока и напряжения с разрешением 12 и 16 бит (табл. 2.7), а также температурные модули, допускающие подключение термометров сопротивления (трех- и четырехпроводная схемы) и термопар стандартных градуировок.

Модули аналогового вывода серии М

В номенклатуре модулей аналогового вывода серии М присутствуют модули на 4 и 8 каналов с разрешением 12 и 16 бит с унифицированным токовым выходом 0...20 и 4...20 мА (табл. 2.8), рассчитанные на работу с различным сопротивлением нагрузки (до 200 Ом, от 250 до 550 Ом, от 550 до 750 Ом), а также 8-канальные модули с унифицированным выходом напряжения 0...10 В с разрешением 12 и 16 бит.

2.7. Характеристика модулей аналогового ввода

Наименование	Число каналов	Тип модуля	Диапазон сигнала	Разрешение	Тип разъема
М317F	16	Несимметричный токовый	0...20 мА,	12 бит	18RTB
М319F	16		4...20 мА	18 бит	18RTB
М347F	16	Несимметричный напряжения	0...10 В,	12 бит	18RTB
М349F	16		0...5 В, 1...5 В	16 бит	18RTB
М3918	8	Дифференциальный токовый	0...20 мА,	12 бит	18RTB
М3938	8		4...20 мА, -20...+20 мА	16 бит	18RTB
М3928	8	Дифференциальный напряжения	0...10 В,	12 бит	18RTB
М3948	8		0...5 В, -10...+10 В, -5...+5 В	16 бит	18RTB

2.8. Характеристика модулей аналогового вывода

Наименование	Число каналов	Тип модуля и диапазон сигнала	Сопротивление нагрузки	Разрешение	Тип разъема
M4118	8	Несимметричный токовый 0...20 мА	макс. 200 Ом	12 бит	18RTB
M4158	8		макс. 200 Ом	16 бит	18RTB
M4218	8	Несимметричный токовый 4...20 мА	макс. 200 Ом	16 бит	18RTB
M4258	8		макс. 200 Ом	16 бит	18RTB
M4314	4	Несимметричный токовый 4...20 мА	мин. 250 Ом	12 бит	18RTB
M4354	4		макс. 550 Ом	16 бит	18RTB
M4334	4		мин. 550 Ом	12 бит	18RTB
M4374	4		макс. 750 Ом	16 бит	18RTB
M4428	4	Напряжение 0...10 В	мин. 2 кОм	12 бит	18RTB
M4468	8			16 бит	18RTB

Специальные модули серии М

Состав специальных модулей серии М (М5xxx) включает:

- модуль высокоскоростного счетчика (до 500 кГц) и обработки сигнала инкрементального энкодера – М5112;
- модули с выходом ШИМ и импульсным выходом (М5442, М5444, М5642);
- коммуникационные модули с протоколами SSI, RS-232 и RS-485 (М5212, М5222, М5232, М5352);
- модуль с выходом сигнала стандарта RS-422 (М5652);
- модуль аналогового ввода 4-20 мА с поддержкой HART (М5914).

Модули питания серии М

Назначение модулей питания серии М аналогично серии G. В номенклатуре серии G дополнительно присутствуют модули М7001 и М7002, предназначенные для резервирования системного питания (5 В, 2 А).

Решения по резервированию

В составе линейки G присутствуют резервированные сетевые адаптеры MD9273 и MD9289 (рис. 2.9), на базе которых возможно построение распределенных станций ввода-вывода в системах с резервированными ПЛК.



Рис. 2.9. Резервированные сетевые адаптеры MD9289 и MD9273

Резервируемые сетевые адаптеры промышленных шин (каптеры) выполняют роль головных устройств при построении распределенных систем ввода-вывода с резервированием по питанию и сети, что позволяет предотвращать простои оборудования и минимизировать потери производств.

Резервированный сетевой адаптер представляет собой пару одиночных сетевых адаптеров, каждый из которых выступает неуправляемым коммутатором и имеет свой ip-адрес.

В составе резервированного сетевого адаптера имеются два модуля питания для организации переключения между основным и резервным питанием. Выбор основного модуля питания осуществляется путем установки перемычки на соответствующем входе. Связь сетевых адаптеров и модулей ввода-вывода организована посредством внутренней шины M-bus.

Резервированные сетевые адаптеры серии MD поддерживают протоколы Modbus RTU (RS-485) и Modbus TCP / Ethernet/IP, обеспечивая гибкую и универсальную совместимость с различными устройствами и системами управления.

В последние годы ПЛК и модули ввода-вывода компании Crevis находят широкое применение на территории России. Этому способствуют:

- очень высокая надежность – в этом отношении ПЛК, сетевые адаптеры и модули ввода-вывода корейского бренда не уступают европейским анало-

гам. Так, специализированные тесты ПЛК серий G и M подтвердили среднее значение времени наработки на отказ в 705 000 ч;

- наличие на складах в РФ и, как следствие, минимальные сроки поставки наиболее востребованных модулей;

- невысокая цена;

- поддержка современных сетевых протоколов (Modbus TCP, OPC UA, MQTT);

- большая номенклатура модулей аналогового и дискретного ввода-вывода;

- связь с модулями ввода-вывода по высокоскоростной внутренней шине, что обеспечивает малые задержки при опросе модулей;

- наличие русскоязычной технической поддержки;

- продвинутое гарантийное обслуживание – стандартная гарантия на ПЛК, адаптеры и модули ввода-вывода составляет 3 года.

3. КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ DELTA ELECTRONICS

Компания Delta Electronics, основанная в 1971 году, является одним из лидеров в производстве промышленной автоматики. За десятилетия работы инженеры Delta Electronics разработали несколько серий программируемых логических контроллеров, отличающихся производительностью, функциональностью и стоимостью.

Выделяют четыре основные серии ПЛК Delta Electronics:

- DVP – простые и недорогие контроллеры для решения базовых задач автоматизации;
- AS – мощные контроллеры среднего класса для комплексных систем управления;
- AH – высокопроизводительные ПЛК для крупных распределенных систем.
- специализированные контроллеры управления движением МС и АХЗ.

3.1. СЕРИЯ DVP

DVP – семейство промышленных контроллеров малого класса модульного и блочно-модульного конструктива. Контроллеры DVP имеют очень хорошее соотношение функциональность/стоимость, поэтому получили широчайшее распространение в сегменте бюджетных решений. Несмотря на невысокую стоимость, контроллеры DVP имеют большой набор прикладных инструкций, встроенные коммуникационные порты, высокоскоростные импульсные входы и выходы, и предназначены для решения широкого круга задач промышленной автоматизации с предельным количеством дискретных входов-выходов до 480 точек. Имеют хороший набор модулей расширения. Программирование контроллеров осуществляется на языках LD и SFC из среды программирования ISPSoft + утилита связи COMMGR.

Семейство DVP включает несколько линеек контроллеров: серии DVP-E, DVP-S, DVP-PM, DVP-SV.

Серия DVP-E (рис. 3.1) включает три типа процессорных блоков и соответствующих модулей расширения:

DVP-ES2 – стандартный ПЛК блочного типа для простых применений. ЦПУ на борту имеет 16/20/24/32/40/60 встроенных каналов дискретного ввода-вывода. При использовании модулей расширения максимальное количество каналов ввода-вывода – 256. Память программы: 4к шагов.

Контроллер DVP20EX2 имеет на борту 4 аналоговых входа, 2 аналоговых выхода (12 бит) и температурные модули (со встроенными аппаратными ПИД-регуляторами) с разрешением 14-бит, а также 8 дискретных входов и 6 дискретных выходов. Максимальное количество каналов ввода-вывода – 238. Память программы: 4к шагов.

DVP-EN2 – ПЛК блочного типа с повышенной функциональностью и производительностью. ЦПУ на борту имеет 16/20/24/32/40/60 встроенных каналов дискретного ввода-вывода. При использовании модулей расширения максимальное количество каналов ввода-вывода – 512. Память программы: 16к шагов.



Серия DVP-S (рис. 3.2) выполнена в компактном исполнении и включает следующие типы процессорных блоков: DVP-14SS (14 входов-выходов, память программы 4к шагов) – базовая модель, DVP-10SX (встроенные каналы аналогового ввода-вывода (2AI + 2АО) и 6 дискретных входов-выходов), DVP-12SC (встроенные высокоскоростные входы-выходы до 100 кГц)

DVP-PM – специализированные ПЛК блочного типа для управления движением. Совместимость с G- и M-кодами, созданными в CAD/CAM-программах, позволяет использовать эти ПЛК в станках ЧПУ (CNC-системах).

Контроллеры DVP-SV2 (рис. 3.3) – компактные контроллеры с расширенными возможностями. Это новая модель в серии DVP-S, которая обладает большим объемом памяти программы (до 30к шагов), регистровой памяти и скоростью исполнения для решения более сложных задач и ответственных применений. Двухпроцессорная 32-битная система поддерживает операции с плавающей точкой, при этом максимальная скорость выполнения базовой инструкции достигает 0,24 мкс. В контроллере присутствует поддержка 2 аппаратных высокоскоростных счетчиков до 200 кГц и 2 счетчиков до 20 кГц. Контроллеры DVP-SV2 имеют две шины расширения – правостороннюю и высокоскоростную левостороннюю. Левосторонняя высокоскоростная шина расширения с параллельным интерфейсом допускает подключение до 8 специальных модулей расширения, среди которых могут быть модули позиционирования, коммуникационные модули (DeviceNet, CANopen, Ethernet).



Рис. 3.2. Контроллеры Delta серии DVP-S



Рис. 3.3. Контроллеры Delta серии DVP-SV

3.2. СЕРИЯ AS

Семейство контроллеров AS (AS300/AS200) – семейство промышленных контроллеров среднего уровня в модульном конструктивном исполнении с возможностью обработки до 1024 входов-выходов или до 32 модулей расширения. Используя 32-битные микропроцессоры с архитектурой «система на кристалле» (SoC), серия AS демонстрирует превосходную работу с производительностью программы 40 тыс. шагов/мс. В контроллерах реализована возможность управления максимально 8 осями через сеть CANopen или максимально 6 осями с помощью импульсного управления (200 кГц). Также предусмотрена поддержка EtherNet/IP и различных коммуникационных протоколов для промышленного применения.



Рис. 3.4. Контроллеры серии AS200/300

В линейку контроллеров AS входит несколько видов ЦПУ:

- AS332T-A (выходы NPN), AS332P-A (выходы PNP) – имеют 16 входов и 16 выходов. Из них 12DI/12DO по 200 кГц;
- AS324MT-A – имеют 12 входов и 12 выходов, из них 2DI TTL x 1 МГц + 8DI X 200 кГц 2DO TTL x 1 МГц + 8DO x 200 кГц);
- AS320T-B (выходы NPN), AS320P-B (выходы PNP) – имеют 8 входов и 12 выходов по 200 кГц;
- AS300N-A – входы и выходы на борту ЦПУ отсутствуют;
- AS228T-A (выходы NPN), AS228P-A (выходы PNP) – имеют 16 входов и 12 выходов, из них 8DI/12DO по 200 кГц;
- AS228R-A (выходы реле) имеют 16 входов, из них 8DI по 200 кГц 12 выходов (реле 2А резистивной нагрузки);
- AS218TX-A (выходы NPN), AS218PX-A (выходы PNP) – имеют 8DI по 200 кГц, 6DO по 200 кГц, 2 AI (12 бит), 2 AO (12 бит);
- AS218RX-A (выходы реле) имеют 8DI по 200 кГц, 6DO выходов (реле 2А резистивной нагрузки), 2 AI (12 бит), 2 AO (12 бит).

Номенклатура модулей расширения и их краткая характеристика представлены на рис. 3.5 – 3.8.

Модель	Характеристики
AS08AM10N-A	8DI 24 VDC пружинный клеммник
AS08AN01T-A	8DO (NPN) пружинный клеммник
AS08AN01R-A	8DO (реле) пружинный клеммник
AS08AN01P-A	8DO (PNP) пружинный клеммник
AS16AM10N-A	16DI 24 VDC пружинный клеммник
AS16AP11T-A	8DI/8DO (NPN) пружинный клеммник
AS16AP11R-A	8DI/8DO (реле) пружинный клеммник
AS16AP11P-A	8DI/8DO (PNP) пружинный клеммник
AS16AN01T-A	16DO (NPN) пружинный клеммник
AS16AN01R-A	16DO (реле) пружинный клеммник
AS16AN01P-A	16DO (PNP) пружинный клеммник
AS32AM10N-A	32DI 24 VDC, разъём IDC-40
AS32AN02T-A	32DO (NPN), разъём IDC-40
AS64AM10N-A	64DI 24 VDC, разъём 2xIDC-40
AS64AN02T-A	64DO (NPN), разъём 2xIDC-40

Рис. 3.5. Дискретные модули ввода-вывода

Модель	Характеристики
AS04AD-A	4 AI, потенциальный и токовый режимы
AS04DA-A	4 AO, потенциальный и токовый режимы
AS06XA-A	4AI/2AO, потенциальный и токовый режимы
AS04RTD-A	4 канала, Cu50/100; PT100/1000; Ni100/Ni1000, 2/3/4 провода
AS04TC-A	4 канала (термопары J, K, R, S, T, E, N)
AS02LC-A	2 канала ввода сигналов тензодатчиков

Рис. 3.6. Стандартные аналоговые модули ввода-вывода

Модель	Характеристики
AS08AD-C	8 AI, токовый режим ± 20 mA / 0 mA–20 mA / 4 mA–20 m
AS08AD-B	8 AI, потенциальный режим -10 V ~ +10 V / 0 V ~ 10 V / ± 5 V / 0 V ~ 5 V / 1 V ~ 5 V
AS06RTD-A	6 каналов, Cu50/100; PT100/1000; Ni100/Ni1000, 2/3/4 провода
AS08TC-A	8 каналов (термопары J, K, R, S, T, E, N)

Рис. 3.7. Аналоговые модули ввода-вывода с увеличенным количеством каналов

Модель	Характеристики
AS02PU-A	1 счётчик A+/A-, V+/V-, Z+/Z- 5-24 VDC 200 КГц, 5 DI 24 VDC, 2 оси A+/A-, V+/V- 5 VDC 200 КГц
AS04PU-A	6 DI 24 VDC, 4 оси A/V 5-24 VDC 100 КГц
AS02HC-A	2 счётчика, каждый или A+/A-, V+/V-, Z+/Z- 5-24 VDC 200 КГц или SSI, 4 DO (NPN)

Рис. 3.8. Импульсные модули

Программирование контроллеров семейства AS осуществляется в специализированной интегрированной среде программирования ISPSoft, которая поддерживает четыре языка программирования: лестничная диаграмма (LD), непрерывные функциональные схемы (CFC), последовательные функциональные схемы (SFC) и язык структурированного текста (ST). Также программирование этих контроллеров возможно из современной интегрированной среды программирования (студии) DIASudio.

3.3. СЕРИЯ АН

Семейство контроллеров АН – семейство высокопроизводительных промышленных контроллеров с установкой модулей на шасси. Контроллеры серии АН (рис. 3.9) являются наиболее мощными по производительности среди всех типов контроллеров Delta.



Рис. 3.9. Контроллеры серии АН

Предназначены для построения больших территориально распределенных систем. Обладают развитой аппаратной частью, поддерживают богатый набор прикладных инструкций, обладают очень большим объемом программы, имеют встроенные коммуникационные интерфейсы и хороший набор модулей расширения.

Мощный 32-битный процессор позволяет обрабатывать программы объемом до 384к шагов и обрабатывать до 4352 дискретных входных-выходных сигналов, до 544 аналоговых входов-выходов.

Серия АН имеет большой выбор функциональных модулей:

- модули ввода-вывода с возможностью горячей замены (DI, DO, AI, АО, температурные);
- коммуникационные модули: Modbus ASCII/RTU, Modbus TCP, EtherNet/IP CANopen, DeviceNet, Profibus DP (Master/Slave), RTU-станции;
- модули управления движением: ПМ (импульсное), модули счетчиков НС.

Серия АН позволяет строить крупные территориально распределенные системы управления с передачей данных по внутренней шине без станций удаленного ввода-вывода (рис. 3.10).

Программирование контроллеров осуществляется на языках ST, FBD, LD и SFC из среды программирования ISPSOft + утилита связи COMMGR.

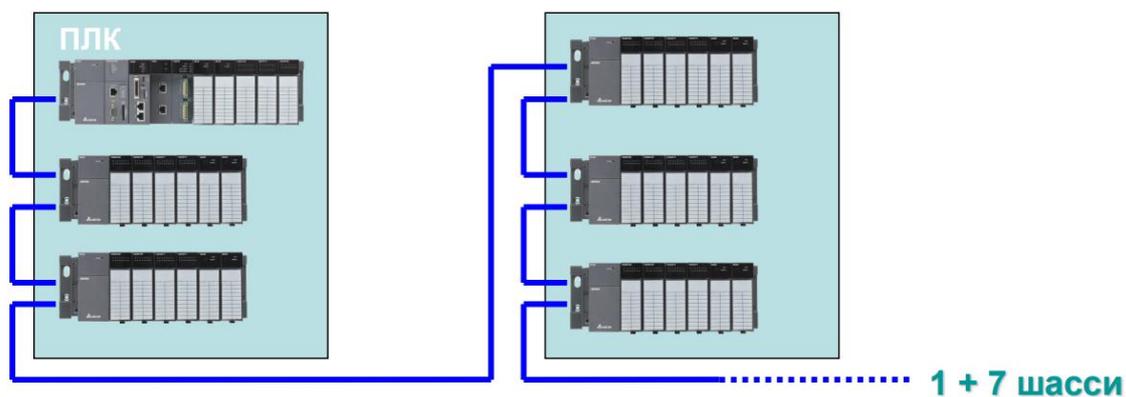


Рис. 3.10. Распределенная система на базе контроллеров и модулей АН

3.4. СЕРИЯ АХ-3

Контроллеры семейства АХ-3 (рис. 3.11) являются многофункциональными контроллерами, предназначенными для решения широкого круга задач как общей автоматизации в промышленности, так и задач управления сложным движением по шине EtherCAT с большой скоростью процессов. Обладают высокими программными возможностями с поддержкой сложных вычислений, логики и операций с данными. Имеют встроенные порты Ethernet, EtherCAT, RS-232, RS-485, mini USB. Поддерживают протоколы связи EtherCAT, Ethernet/IP, Modbus TCP/ASCII/RTU, OPC UA. Ряд моделей имеют интерфейсы для подключения инкрементальных энкодеров и типа SSI. Все модели контроллеров семейства АХ-3 позволяют подключать модули ввода-вывода от контроллеров семейства AS200/AS300, включая дискретные, аналоговые, температурные, импульсные и весовые модули. В том числе поддерживают модуль счетчиков AS02НС-А, предоставляющий 2 входа для энкодеров инкрементального или типа SSI.

По составу аппаратной части и программным возможностям контроллеры семейства АХ-3 подразделяются на общепромышленные контроллеры и многофункциональные с поддержкой управления движением по шине EtherCAT. К общепромышленной категории относятся серии АХ-300N и АХ-324N, к категории многофункциональных контроллеров с возможностью управления движением относятся серии АХ-308Е и АХ-316Е.



Рис. 3.11. Контроллеры серии AX

Серии контроллеров AX-300N и AX-324N являются более бюджетными моделями и предназначены для задач общепромышленной автоматизации. Имеют на борту RS-232/485, Ethernet, microSD и MiniUSB. Серия AX-300N не имеет встроенных входов-выходов. Серия AX-324N имеет на борту 16 входов и 8 выходов. Входы поддерживают прерывания и 6 аппаратных счетчиков до 200 кГц. Импульсные инструкции для выходов не поддерживаются. Обе серии не поддерживают функции управления движением.

Серии контроллеров AX-308E и AX-316E являются многофункциональными контроллерами с возможностью управления сложным движением по шине EtherCAT и полным общепромышленным функционалом. Имеют интерфейсы EtherCAT, RS-232/485, Ethernet, microSD, MiniUSB. Имеют на борту 16 входов и 8 выходов. Входы поддерживают прерывания и 6 аппаратных счетчиков 200 кГц уровня сигнала 24 VDC, а также имеются 2 отдельных входа под 5 VDC Line driver (разъем DB-15) и отдельный вход под абсолютный энкодер типа SSI (DB-15).

Серия AX-308E поддерживает 8 осей EtherCAT, серия AX-316E до 16 осей. Обе серии имеют 4 импульсных выхода до 200 кГц, которые могут быть осями в инструкциях управления движением. Обе серии поддерживают многоосевую интерполяцию с буферным режимом, электронный кулачок (E-CAM), электронную редукцию E-GEAR, сервисные функции и т.д.

Для программирования контроллеров семейства AX-3 используется современная среда разработки DIADesigner-AX, созданная компанией Delta Electronics на основе CODESYS версии 3.5 и предоставляющая следующие инструменты для разработки проекта:

- языки программирования стандарта IEC 61131-3: LD, ST, CFC, SFC и FBD;
- программные объекты типа POU, FB, FC, Interface, DUT, Task и др.;
- поддержка большого количества типов данных;
- большая библиотека прикладных команд для различных применений;
- всплывающие подсказки при вводе и настройке;
- развитый интерфейс программирования и настройки;
- различные инструменты отладки, симулятор, онлайн-режим, правка программы в онлайн;
- многоуровневая защита исходного кода проекта;
- поддержка устройств разных производителей.

В состав среды DIADesigner-AX входят специальные конфигураторы, позволяющие быстро и удобно выполнить настройку системы:

- HWCONFIG: конфигурация аппаратной части;
- NWCONFIG: конфигурация сети и управление обменом данными EtherCAT, Ethernet/IP, Modbus TCP/ASCII/RTU;
- конфигуратор режимов работы встроенных входов-выходов;
- конфигуратор режимов работы входов для инкрементальных энкодеров 5 VDC line driver;
- конфигуратор режима работы входа под абсолютный энкодер с интерфейсом SSI;
- конфигуратор настройки режимов осей для сервоприводов Delta ASD-XX-E;
- форма группировки переменных для XML и OPC UA.

4. КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ XINJE

Компания XInje (Китай) была основана в 2008 году и с тех пор успешно развивается, став лидером в области разработки и производства программных логических контроллеров, сервоприводов, серводвигателей, шаговых приводов, шаговых двигателей, человеко-машинного интерфейса (HMI) и других устройств, помогающих компаниям автоматизировать и оптимизировать свои производственные процессы.

Компания XInje осуществляет выпуск нескольких серий контроллеров:

- серия XD – компактные ПЛК с широкой модельной линейкой;
- серия XL – современная серия контроллеров XL с узким профилем для использования в ограниченных пространствах;
- серия XG/XS – стандартная серия контроллеров с мощными функциями, широкими возможностями применения и большим объемом памяти;
- серия XSF – сверхкомпактные контроллеры нового поколения.

4.1. СЕРИЯ XD

Серия XD (рис. 4.1) включает 10 линеек:

- Линейка контроллеров XD1 – бюджетная линейка, которая имеет относительно простой функционал. ПЛК этой линейки могут выполнять логическое управление, работу с данными и другие общие функции. Они не поддерживают работу с модулями расширения. На борту ПЛК в зависимости от модели присутствует от 10 до 32 дискретных входов-выходов, а также порты RS-232/RS-485.

- Линейка контроллеров XD2 имеет полноценный функционал. В дополнение к базовым функциям обработки сигналов ПЛК имеет специальные функции, такие как импульсный выход, высокоскоростной счетчик, широтно-импульсная модуляция, измерение частоты и т.д. В отличие от XD1, в линейке XD2 появляется поддержка левого модуля расширения ED и встраиваемой платы расширения BD. На борту ПЛК в зависимости от модели присут-

ствует от 10 до 60 дискретных входов-выходов, а также 2 порта RS-232 и 1 порт RS-485.

- Линейка контроллеров XD3 также имеет полноценный функционал. В линейке XD3 реализована поддержка левого модуля расширения ED, встраиваемой платы расширения BD, а также правых модулей расширения (до 10 модулей). На борту ПЛК в зависимости от модели присутствует от 16 до 60 дискретных входов-выходов, а также 1 порт RS-232, 1 порт RS-485 и 1 порт USB. За счет возможности подключения правых модулей расширения максимальное количество обрабатываемых входных-выходных сигналов увеличивается до 380.

- Линейка контроллеров XD5 – полнофункциональная линейка с увеличенным объемом встроенной памяти до 512 кбайт, поддерживает от 2 до 10 импульсных выходов (100 кГц), от 3 до 10 входов высокоскоростного счетчика. На борту ПЛК в зависимости от модели присутствует от 16 до 80 дискретных входов-выходов, а также по одному порту RS-232, RS-485 и USB. Количество обслуживаемых правых модулей расширения увеличено до 16, максимальное количество обрабатываемых входных-выходных сигналов – до 592.

- Линейка контроллеров XD5E – в дополнение к функциям линейки XD5 присутствует поддержка связи по Ethernet.

- Линейка контроллеров XDM – полнофункциональная линейка ПЛК для управления движением. Объем встроенной памяти 512 кбайт – 1,5 Мбайт. Поддерживает от 4 до 10 импульсных выходов (100к Гц), от 4 до 10 входов высокоскоростного счетчика. Максимальное количество обрабатываемых входных-выходных сигналов – до 572.



Рис. 4.1. Контроллеры Xinje серии XD

- Линейка контроллеров XDME – в дополнение к ко всем функциям линейки XDM присутствует поддержка связи по Ethernet.
- Линейка контроллеров XDC – полнофункциональная линейка ПЛК для управления движением с поддержкой шины X-NET (от 1 до 20 осей). Максимальное количество обрабатываемых входных-выходных сигналов – до 572.
- Линейка контроллеров XDH поддерживает большинство функций XDM и дополнительно присутствует поддержка связи по Ethernet и EtherCAT.
- Контроллер XSDH – компактный контроллер с поддержкой платформы CoDeSys и поддержкой связи по Ethernet и EtherCAT. На борту контроллера присутствует 60 дискретных входов-выходов, 1 порт RS-232, 1 порт RS-485 и 2 порта RJ45. В контроллере имеется поддержка левого модуля расширения ED, встраиваемой платы расширения BD, а также 16 правых модулей расширения (максимальное количество точек ввода-вывода – 572). Контроллер поддерживает функции управления движением по шине EtherCAT, а также подключение внешних устройств ввода-вывода по шине EtherCAT. В контроллере установлен достаточно мощный процессор Cortex-8 с частотой 1 ГГц.

Программирование контроллеров серии XD (кроме XSDH) осуществляется в бесплатной программной среде XDPro на языках IL, LD, дополнительно – на языке C.

Для расширения обслуживаемых базовым блоком ПЛК сигналов ввода-вывода используются правые модули расширения (рис. 4.2). В зависимости от модели контроллера количество входов-выходов, обрабатываемых по шине базовым блоком ПЛК, можно увеличить на 512 сигналов (16 модулей по 32 сигнала).



Рис. 4.2. Правые модули расширения серии XD

Серия XD имеет широкую номенклатуру правых модулей ввода-вывода:

- модули цифрового (дискретного) ввода (рис. 4.3);
- модули цифрового (дискретного) вывода (рис. 4.4);
- модули цифрового (дискретного) ввода-вывода (рис. 4.5);
- модули аналогового ввода (рис. 4.6);
- модули аналогового вывода (рис. 4.7);
- гибридные модули аналогового ввода-вывода;
- модули для работы с сигналами термопар и термометров сопротивления;
- модуль для работы с датчиками веса;
- измерительный модуль SSI-энкодера.

Модель		Описание функции
Тип NPN	Тип PNP	
XD-E8X	XD-E8PX	8 каналов цифрового ввода, питание DC24V
XD-E16X	XD-E16PX	16 каналов цифрового ввода, питание DC24V
XD-E32X-E	XD-E32PX-E	32 канала цифрового ввода, питание AC220V
XD-E32X-C	XD-E32PX-C	32 канала цифрового ввода, питание DC24V

Рис. 4.3. Модули цифрового (дискретного) ввода

Модель	Описание функции
XD-E8YR	8 каналов релейного вывода
XD-E8YT	8 каналов транзисторного вывода
XD-E16YR	16 каналов релейного вывода
XD-E16YT	16 каналов транзисторного вывода
XD-E32YR-E	32 канала релейного вывода с питанием AC220V
XD-E32YR-C	32 канала релейного вывода с питанием DC24V
XD-E32YT-E	32 канала транзисторного вывода с питанием AC220V
XD-E32YT-C	32 канала транзисторного вывода с питанием DC24V

Рис. 4.4. Модули цифрового (дискретного) вывода

Модель		Описание функции
Тип NPN	Тип PNP	
XD-E8X8YR	XD-E8PX8YR	8 цифровых каналов ввода, 8 релейных каналов вывода с питанием DC24V
XD-E8X8YT	XD-E8PX8YT	8 цифровых каналов ввода, 8 транзисторных каналов вывода с питанием DC24V
XD-E16X16YR-E	XD-E16PX16YR-E	16 цифровых каналов ввода, 16 релейных каналов вывода с питанием AC220V
XD-E16X16YR-C	XD-E16PX16YR-C	16 цифровых каналов ввода, 16 релейных каналов вывода с питанием DC24V
XD-E16X16YT-E	XD-E16PX16YT-E	16 цифровых каналов ввода, 16 транзисторных канала вывода с питанием AC220V
XD-E16X16YT-C	XD-E16PX16YT-C	16 цифровых каналов ввода, 16 транзисторных канала вывода с питанием DC24V

Рис. 4.5. Модули цифрового (дискретного) ввода-вывода

Модель	Каналов	Входной сигнал
XD-E4AD	4	Входное напряжение: 0~5V/0~10V/-5~5V/-10~10V Входной ток: 0~20mA/4~20mA/-20~20mA
XD-E8AD	8	Входное напряжение: 0~5V/0~10V/-5~5V/-10~10V Входной ток: 0~20mA/4~20mA/-20~20mA (первые четыре канала - напряжение, последние четыре канала - ток)
XD-E8AD-A	8	Входной ток: 0~20mA/4~20mA/-20~20mA
XD-E8AD-V	8	Входное напряжение: 0~5V/0~10V/-5~5V/-10~10V
XD-E12AD-V	12	Входное напряжение: 0~5V/0~10V/-5~5V/-10~10V

Рис. 4.6. Модули аналогового ввода

Модель	Каналов	Входной сигнал
XD-E2DA	2	Выходное напряжение: 0~5V/0~10V/-5~5V/-10~10V Выходной ток: 0~20mA/4~20mA
XD-E4DA	4	Выходное напряжение: 0~5V/0~10V Выходной ток: 0~20mA/4~20mA

Рис. 4.7. Модули аналогового вывода

4.2. СЕРИЯ XL

Серия XL – современная серия контроллеров компании Xinje. Ее отличает компактный и очень практичный дизайн (рис. 4.8). Серия XL включает несколько линеек:

- Линейка контроллеров XL1 – бюджетная линейка без поддержки модулей расширения. На борту ПЛК присутствует всего 16 точек дискретного ввода-вывода, а также порты RS-232/RS-485.
- Линейка контроллеров XL3 – полнофункциональные ПЛК. В дополнение к стандартным функциям обработки данных, XL3 имеет специальные функции, такие как высокоскоростной импульсный выход, функция высокоскоростного счета, ШИМ, измерение частоты и точное время. На борту контроллера присутствует 16 или 32 дискретных ввода-вывода. Контроллеры поддерживают установку левого и до 10 правых модулей ввода-вывода (максимальное количество точек ввода-вывода – 352).



Рис. 4.8. Контроллеры Xinje серии XL

- Контроллеры линейки XL5 имеют увеличенный объем встроенной памяти до 512 кбайт, поддерживают (в зависимости от модели) 3 или 4 входа высокоскоростного счетчика и от 2 до 10 импульсных выходов (100 кГц). На борту ПЛК присутствует 16, 32 или 64 дискретных входа-выхода, а также по одному порту RS-232, RS-485 и USB. Количество обслуживаемых правых модулей расширения – 16 (максимальное количество обрабатываемых входных-выходных сигналов – до 576).
- В линейке контроллеров XL5E в дополнение к функциям XL5 включена поддержка сети Ethernet. Они также имеют более высокую скорость обработки данных и больший объем встроенной памяти.
- Контроллеры XL5N в дополнение к функциям XL5E поддерживают связь по сети CAN.
- Линейка контроллеров XLME – полнофункциональная линейка ПЛК для управления движением. Объем встроенной памяти 1 Мбайт. Поддерживает от 4 до 10 импульсных выходов (100 кГц), от 4 до 10 входов высокоскоростного счетчика. Максимальное количество обрабатываемых входных-выходных сигналов – до 576. Имеется поддержка Ethernet-связи.
- Линейка контроллеров XLH – линейка ПЛК с управлением по шине EtherCAT. Обладает большинством функций XLME, имеет большую программную емкость и более высокую скорость обработки данных.

- Линейка XSLH – линейка компактных контроллеров с поддержкой программирования в среде CoDeSys V3.5.

Программирование контроллеров серии XL (кроме XSLH) осуществляется в бесплатной программной среде XDPPro на языках IL, LD, дополнительно – на языке C.

Для программирования и конфигурирования контроллеров XSDH, XSLH, XSF компания Xinje предлагает собственное программное обеспечение XS Studio, которое разработано на базе CODESYS V3.5. XS Studio объединяет функции программирования ПЛК, визуального интерфейса операторской панели (HMI), безопасного ПЛК, ядра контроллера реального времени, полевой шины и управления движением, обеспечивает полный набор функций конфигурирования, программирования, отладки и настроек.

Для расширения обслуживаемых базовым блоком ПЛК сигналов ввода-вывода используются правые модули расширения (рис. 4.9).

Номенклатура правых модулей ввода-вывода включает модули дискретного ввода, дискретного вывода, дискретного ввода-вывода, аналогового ввода и вывода унифицированных сигналов, модули контроля температуры, весовой модуль.

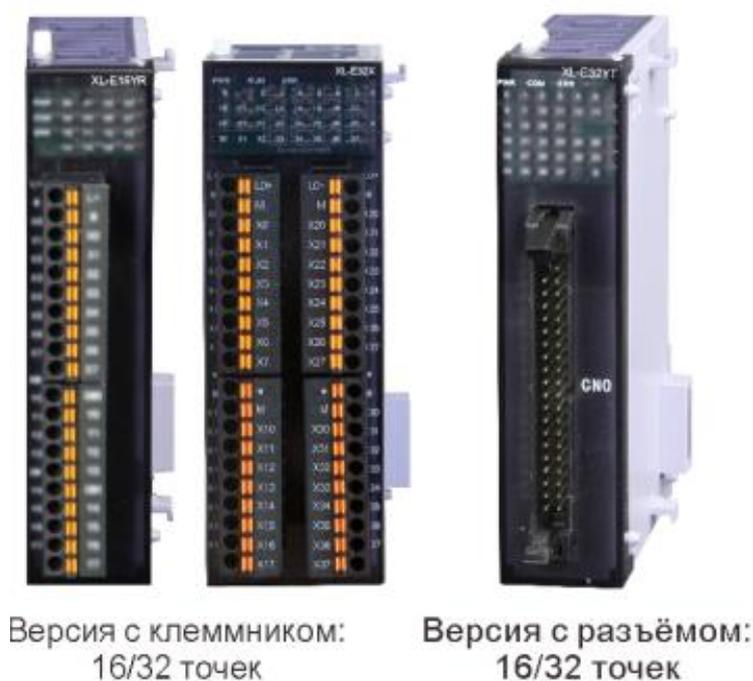


Рис. 4.9. Правые модули расширения серии XL

4.3. СЕРИЯ XG2/XS3

Контроллеры XG2/XS3 – это ПЛК среднего размера. Они обладают достаточно мощным функционалом и расширенными возможностями и могут быть с успехом использованы для автоматизации средних и крупных производственных объектов.

Одним из ключевых преимуществ этих ПЛК является наличие шины EtherCAT – высокопроизводительной промышленной шины, которая обеспечивает быструю передачу данных между устройствами в реальном времени. Интеграция этой функции в ПЛК позволяет легко подключать и координировать разнообразные устройства и компоненты в системе автоматизации. Контроллер способен точно и согласованно управлять большим числом сервоприводов одновременно (до 32 осей), что в свою очередь расширяет его применимость в задачах, требующих сложного движения и позиционирования.

К контроллеру может быть подключено до 16 модулей расширения, что позволяет увеличить количество обслуживаемых точек ввода-вывода до 1050. Номенклатура модулей расширения включает модули дискретного ввода-вывода с 16/32/64 каналами, модули аналогового ввода-вывода унифицированных сигналов тока и напряжения, модули расширения для работы с температурными датчиками.

Программирование контроллеров XG2 осуществляется в бесплатной программной среде XDPro с поддержкой всех языков программирования IEC61131-3 (IL, FBD, LD, SFC, ST). Контроллеры XS3 ориентированы на применение платформы CoDeSys V3.5 (XS Studio).



Рис. 4.10. Контроллеры Xijie серии XG2/XS3

4.4. СЕРИЯ XSF

Последней разработкой компании Xinje является серия XSF (рис. 4.11) – достаточно мощные сверхкомпактные контроллеры. Они разработаны для промышленных систем управления, где требуются высокая производительность и надежность. Одной из ключевых особенностей серии XSF является поддержка протокола EtherCAT, обеспечивающего быструю и точную передачу данных, что критически важно для синхронной работы оборудования в реальном времени.

Серия XSF стала более компактной, сохранив при этом полную функциональность. Контроллеры поддерживают установку до 32 дополнительных модулей (рис. 4.12), что делает их гибкими и масштабируемыми.



Рис. 4.11. Контроллеры Xinje серии XSF

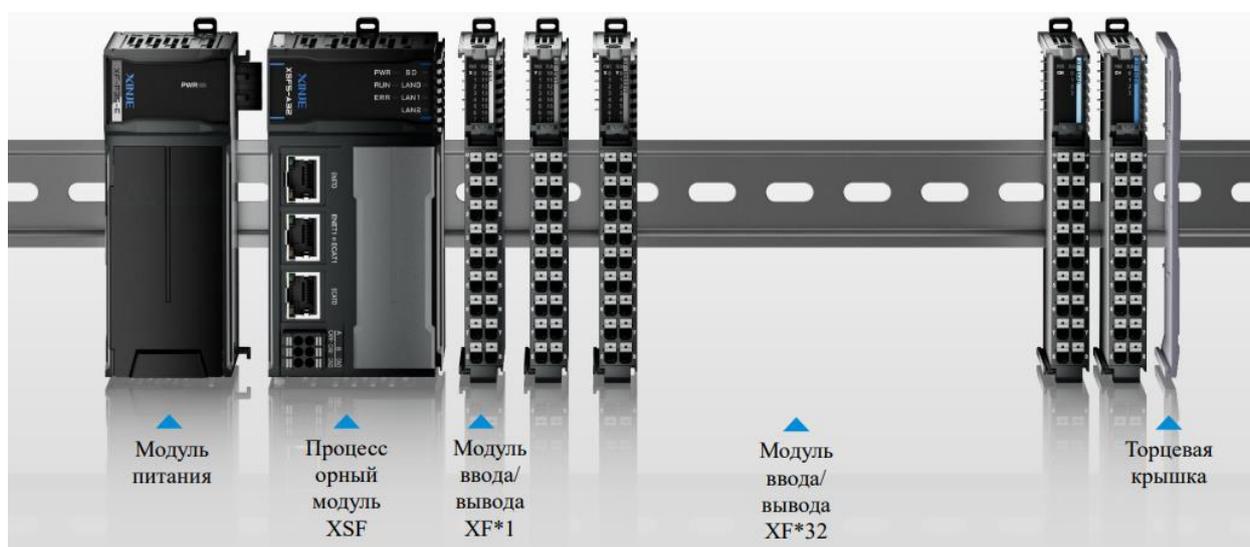


Рис. 4.12. Состав контроллера серии XSF

Вся серия продуктов XSF [7], включая основной модуль и модули расширения, поддерживает самообновление встроенного ПО; новые функции доступны в один клик. Процессорный модуль оснащен портом Type-C, который может быть подключен к компьютеру. Для онлайн-отладки требуется только типовой кабель для передачи данных.

XSF поддерживает платформу CODESYS, может быть адаптирован к программному обеспечению XINJE XS Studio, соответствует стандарту IEC 61131 и поддерживает спецификацию программирования PLCopen. XS Studio объединяет программирование ПЛК, визуализацию HMI, средства безопасности, ядро контроллера реального времени, полевою шину и функции управления движением, обеспечивая полноценную среду для настройки, программирования, отладки и мониторинга, которая может гибко и свободно обрабатывать языки IEC. Контроллер XSF поддерживает функцию онлайн-загрузки и онлайн-моделирования.

Процессорный модуль XSF оснащен 3 портами RJ45, 1 коммуникационным портом CAN и 1 портом RS-485. Имеется поддержка нескольких протоколов связи, включая Modbus TCP, UDP, OPC UA, TCP/IP, Ethernet/IP, CANopen, Modbus. Также осуществляется поддержка настройки двойного IP-адреса, обеспечение изоляции оборудования между внутренней и внешней сетями.

5. КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ ОВЕН

Компания ОВЕН (www.owen.ru) – ведущий российский разработчик и производитель контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации для различных отраслей промышленности, активный участник российской программы импортозамещения. С 2006 года компания ОВЕН осуществляет выпуск программируемых контроллеров ОВЕН ПЛК.

Программируются контроллеры ОВЕН ПЛК с помощью профессиональной среды CoDeSys, разработанной немецкой компанией 3S-Software.

Спектр применений ОВЕН ПЛК достаточно широк, это как построение распределенных систем управления и диспетчеризации, так и автоматизация небольших задач. Основные отрасли применения: ЖКХ, энергетика, автоматизация зданий и системы жизнеобеспечения, машиностроение и металлообработка, водоснабжение и водоотведение, нефтехимия и нефтедобыча, сельское хозяйство, химическая и пищевая промышленность и др.

На данный момент компанией ОВЕН выпускается несколько линеек контроллеров:

- моноблочные контроллеры для малых и средних систем автоматизации ПЛК110[M02]/ ПЛК160[M02];
- моноблочные контроллеры для средних и распределенных систем автоматизации ПЛК200 / ПЛК210;
- сенсорные панельные контроллеры СПК1xx и СПК210.

5.1. ЛИНЕЙКА ОВЕН ПЛК110/160

Контроллеры ОВЕН ПЛК110 (рис. 5.1) используются для построения систем автоматизации среднего уровня и распределенных систем управления. Они обладают достаточно мощными вычислительными ресурсами (процессоры с частотой до 400 МГц, ОЗУ – до 16 Мб), несколькими последовательными портами RS-232 и RS-485, имеют порт Ethernet для включения в локальные или глобальные сети верхнего уровня. Программирование контроллеров осуществляется в среде CoDeSys v2.3 (по умолчанию). С недавнего времени для программирования контроллеров могут быть использованы отечественные среды – MasterSCADA 4D или Телемеханика ЛАЙТ.



Рис. 5.1. Контроллер ОВЕН ПЛК110[M02]

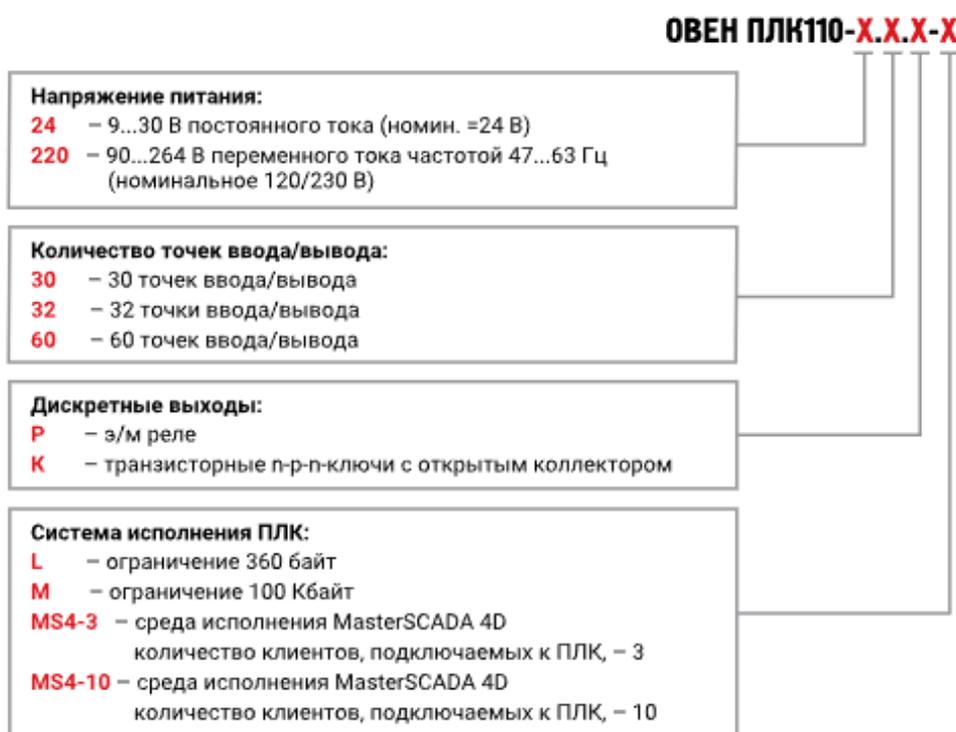


Рис. 5.2. Модификации контроллера ОВЕН ПЛК110

В линейке ПЛК110[M02] имеется несколько модификаций контроллеров (рис. 5.2), отличающихся напряжением питания, количеством дискретных входов-выходов на борту ПЛК, типом дискретных выходов и установленной средой исполнения.

У контроллеров ПЛК160 на борту, помимо дискретных входов-выходов (16DI + 12DO), присутствуют также аналоговые входы-выходы (8AI + 4AO).

Для расширения каналов ввода-вывода контроллеров ПЛК110/160 традиционно используются модули серии Mx110, связь с которыми осуществляется по сети RS-485 и протоколу Modbus RTU.

Номенклатура модулей ввода-вывода серии Mx110 включает:

- модули аналогового ввода с универсальными входами MB110-2A (2 AI), MB110-8A (8 AI);
- модули аналогового ввода с быстрыми входами MB110-2AC (2 AI), MB110-8AC (8 AI);
- модули аналогового ввода сигналов тензодатчиков MB110-1ТД (1 канал), MB110-4ТД (4 канала);
- модули дискретного ввода MB110-8ДФ (8DI), MB110-16Д (16DI), MB110-16ДН (16DI), MB110-32ДН (32DI);
- модули дискретного вывода МУ110-8Р (8DO, реле), МУ110-16Р (16DO, реле), МУ110-32Р (32DO, реле), МУ110-8К (8DO, оптотранзистор NPN), МУ110-16К (16DO, оптотранзистор NPN);
- модули дискретного ввода-вывода комбинированные МК110-4ДН.4Р (4 DI + 4 DO реле), МК110-8ДН.4Р (8 DI + 4 DO реле), МК110-8Д.4Р (4 DI (сухой контакт) + 4 DO реле), МК110-4К.4Р (4 DI (кондуктометрические датчики) + 4 DO реле);
- модули аналогового вывода МУ110-8И (8АО 4...20 мА), МУ110-6У (6АО 0...10 В).

5.2. ЛИНЕЙКА ОВЕН ПЛК200/210

ОВЕН ПЛК200/ПЛК210 (рис. 5.3) – новая линейка моноблочных контроллеров со встроенными дискретными и аналоговыми входами-выходами и хорошими коммуникационными возможностями.



Рис. 5.3. Программируемые логические контроллеры ОВЕН ПЛК200 и ПЛК210

В отличие от контроллеров серии ПЛК1хх, новые контроллеры имеют вертикальную ориентацию, что позволяет повысить плотность монтажа и эффективнее использовать место в щитах.

Программирование контроллеров осуществляется в среде CoDeSys v3.5. Контроллеры поддерживают промышленные протоколы Modbus RTU/ASCII/TCP, OPC UA (Server), MQTT (client/broker), SNMP (Manager/Agent), прикладные протоколы NTP, FTP, FTPS, HTTP, HTTPS, SSH, SMTP/IMAP/POP3, OpenVPN, WireGuard, имеют встроенный Firewall и Web-интерфейс для настройки и диагностики контроллера.

Контроллеры работают под управлением операционной системы Linux с RT-патчем. Контроллеры ОВЕН ПЛК200/ПЛК210 имеют расширенный диапазон питающего напряжения (10...48 В постоянного тока) и расширенный диапазон температуры окружающей среды (-40...+55 °С), что позволяет их использовать в тяжелых промышленных условиях.

Контроллер ОВЕН ПЛК200 оснащается процессором ARM® Cortex-A8 с частотой 800 МГц, достаточно большим объемом памяти (ROM 512 Мбайт (NAND), RAM 256 Мбайт (DDR3), RETAIN-память 64 кбайт (MRAM)). Контроллер имеет 2 порта Ethernet 10/100 Мбит/с (RJ45), 1 порт RS-485 и 1 USB Device.

В настоящее время линейка ПЛК200 представлена 4 модификациями контроллеров, отличающихся количеством и типом входных-выходных сигналов:

- ПЛК200-01-CS – содержит 8 DI (8 – быстрые до 95 кГц), 14 DO (14 – электромагнитное реле);
- ПЛК200-02-CS – содержит 20 DI (8 – быстрые до 95 кГц, 12 – до 300 Гц), 8 DO (8 – электромагнитное реле);
- ПЛК200-03-CS – содержит 20 DI (8 – быстрые до 95 кГц, 12 – до 300 Гц), 8 DO (8 – быстрые ключи до 100 кГц);
- ПЛК200-04-CS – содержит 8 DI (8 – быстрые до 95 кГц), 8 DO (8 – электромагнитное реле), 4AI (4 – универсальные).

Контроллер ОВЕН ПЛК210 по сравнению с ПЛК200 обладает более мощными вычислительными и сетевыми ресурсами. ПЛК210 оснащен 4-ядерным процессором ARM® Cortex-A55 с частотой до 1800 МГц, большим объемом памяти (ROM 8 Гбайт (eMMC), RAM 2 Гбайт (DDR4), RETAIN-память 64 кбайт (MRAM)). Контроллер имеет 4 порта Ethernet 10/100 Мбит/с (RJ45), 2 порт RS-485, 1 порт RS-232 и 1 порт micro USB.

Контроллер ОВЕН ПЛК210, в отличие от ПЛК200, имеет 2 порта питания (основной и резервный). Переход на резервное питание происходит, если напряжение на основном менее 9 В. При восстановлении работоспособности основного источника питания контроллер перейдет на работу от него автоматически. При этом информация об активном источнике питания доступна в пользовательском приложении и может быть использована для контроля аварийных ситуаций.

По количеству входов-выходов, присутствующих на борту, контроллер ПЛК210 имеет те же модификации, что и контроллер ПЛК200.

Для расширения количества обрабатываемых сигналов контроллеры ПЛК200/210 рационально использовать модули ввода-вывода с интерфейсом Ethernet серии Mx210. Номенклатура модулей ввода-вывода серии Mx210 включает:

- MB210-101 – 8-канальный модуль аналогового ввода с универсальными входами, используется для подключения термометров сопротивления, термопар, датчиков резистивного типа и унифицированных сигналов тока и напряжения;
- MB210-102 – 8-канальный модуль аналогового ввода с быстрыми входами;
- MB210-2xx – линейка модулей дискретного ввода с разным количеством дискретных входов DI: MB210-202 – 20DI (из них быстрые входы – 8), MB210-212 – 32DI (из них быстрые входы – 8), MB210-204 – 20DI, MB210-214 – 32DI;
- МК210-3xx – линейка комбинированных модулей дискретного ввода-вывода (DI/DO): МК210-301, МК210-311 (6 DI / 8 DO), МК210-302, МК210-312 (12 DI / 4 DO)
- МУ210-4xx – линейка модулей дискретного вывода с разным количеством дискретных выходов DO: МУ210-401 (8DO, реле), МУ210-402 (16DO, реле), МУ210-403 (24DO, реле), МУ210-412 (24DO, транзисторный ключ);
- МУ210-502 – 6-канальный модуль аналогового вывода (АО);
- МЭ210-701 – модуль измерения параметров трехфазной электрической сети.

5.3. ЛИНЕЙКА ОВЕН СПК210

Сенсорные панельные контроллеры компании ОВЕН объединяют функции программируемого контроллера и панели оператора в одном корпусе (ПЛК+НМИ), при этом разработка алгоритмов управления и визуализации в единой среде программирования CoDeSys v3.5.

Сенсорные панельные контроллеры линейки СПК210 (рис. 5.4) стали эволюционным развитием линейки СПК1xx. Улучшенные технические характеристики позволяют использовать их для решения широкого спектра задач автоматизации в различных отраслях промышленности.

Контроллеры имеют широкий набор коммуникационных интерфейсов: Ethernet, 3 порта RS-485 (один из трех имеет гальваническую изоляцию до 1000 В), 1 порт RS-232, USB Host, USB Device, слот для SD-карт. Контроллеры поддерживают наиболее распространенные протоколы обмена: Modbus (RTU, ASCII, TCP), ОВЕН, OPC UA (Server), MQTT (Client), SNMP (Manager/Agent).

Контроллеры СПК210 оснащены 4-ядерным процессором ARM® Cortex-A35 с частотой 1200 МГц, большим объемом памяти (ROM 4 Гбайт (eMMC), RAM 512 Мбайт (DDR3), RETAIN-память 64 кбайт (MRAM)).

В линейке СПК210 присутствует 2 модели: с размером экрана 7” – СПК210-07-CS и размером 10” – СПК210-10-CS.

Контроллеры СПК210 широко используются в системах HVAC, в сфере ЖКХ (ИТП, ЦТП), АСУ водоканалов, для управления климатическим оборудованием, в сфере производства строительных материалов.



Рис. 5.4. Сенсорные панельные контроллеры СПК210

6. КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ FASTWEL

Компания Fastwel основана в 1998 году и на сегодняшний день является одной из самых высокотехнологичных компаний России. Сочетая активные вложения в освоение новейших технологий с использованием опыта и потенциала российских разработчиков и технологов, Fastwel успешно конкурирует с ведущими мировыми производителями электронного оборудования.

Продукция Fastwel находит применение в ответственных приложениях на транспорте, в телекоммуникациях, промышленности и многих других отраслях, где требуется надежное оборудование, способное работать в жестких условиях эксплуатации [8].

В номенклатуру ПЛК от компании Fastwel входят 2 линейки: линейка контроллеров и модулей ввода-вывода серии FASTWEL I/O и линейка контроллеров и модулей ввода-вывода серии FASTWEL F800.

6.1. СЕРИЯ FASTWEL I/O

ПЛК FASTWEL I/O сумел завоевать свою нишу и занял прочные позиции на рынке АСУТП в России. Надежность конструкции и отказоустойчивость, способность работать в неблагоприятных условиях окружающей среды, высокая точность измерений в сочетании с удобством монтажа и простотой в эксплуатации сделали FASTWEL I/O одним из наиболее популярных ПЛК.

В состав линейки FASTWEL I/O (рис. 6.1) входит промышленный контроллер FASTWEL CPM723, а также большая номенклатура модулей аналогового и дискретного ввода-вывода, коммуникационные модули, системные модули и модули питания.

Прежняя линейка контроллеров CPM711, CPM712 и CPM713 снимается с производства и не рекомендуется производителем для новых проектов.

Все модули ввода-вывода имеют унифицированное конструктивное исполнение, позволяющее оптимальным образом учесть требования конкретной системы автоматизации [9].

Модули устанавливаются на стандартную DIN-рейку и закрепляются на ней с помощью фиксатора. Модули Fastwel I/O имеют от двух до восьми каналов ввода-вывода.



Рис. 6.1. Промышленный контроллер FASTWEL I/O

Такой выбор числа каналов позволяет уменьшить избыточность системы. Состояние каналов модулей ввода-вывода отображается с помощью светодиодных индикаторов. Обмен данными между модулями ввода-вывода и контроллером узла сети производится по внутренней межмодульной последовательной шине FBUS. В составе автономного ПЛК может присутствовать до 192 модулей ввода-вывода. Электрическое питание периферийных модулей осуществляется напряжением 5 В постоянного тока от силовых линий шины FBUS.

Программирование и конфигурирование контроллеров FASTWEL I/O в зависимости от модели осуществляется либо в адаптированной для контроллеров FASTWEL среде разработки CoDeSys 2.3 (CPM711, CPM712 и CPM713), либо с использованием пакета инструментальных средств ПЛК FASTWEL в совместимых с ним интегрированных средах разработки CODESYS V3.5 и(или) Astra.IDE (CPM723).

Типовая аппаратная конфигурация ПЛК (рис. 6.2) содержит программируемый контроллер и как минимум один смежный набор периферийных модулей, подключенных к локальному порту межмодульной шины FBUS программируемого контроллера. В крайней правой позиции смежного набора периферийных модулей должен быть установлен модуль окончного согласования шины OM750.

Конфигурация ПЛК может включать в себя несколько смежных наборов периферийных модулей, размещаемых в пределах одного шкафа и соединенных стандартными кабелями TIA/EIA-568-B (патч-корд) (рис. 6.3).

К программируемому контроллеру CPM723 через удаленные порты межмодульной шины FBUS на базе двух интерфейсных модулей NIM745-01 может быть дополнительно подключено до 128 периферийных модулей.

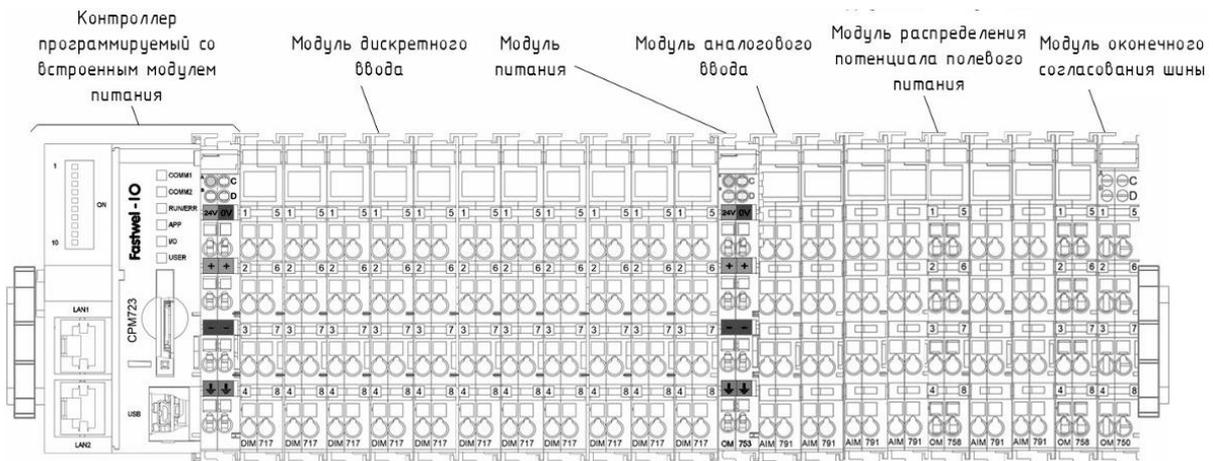


Рис. 6.2. Типовая аппаратная конфигурация ПЛК

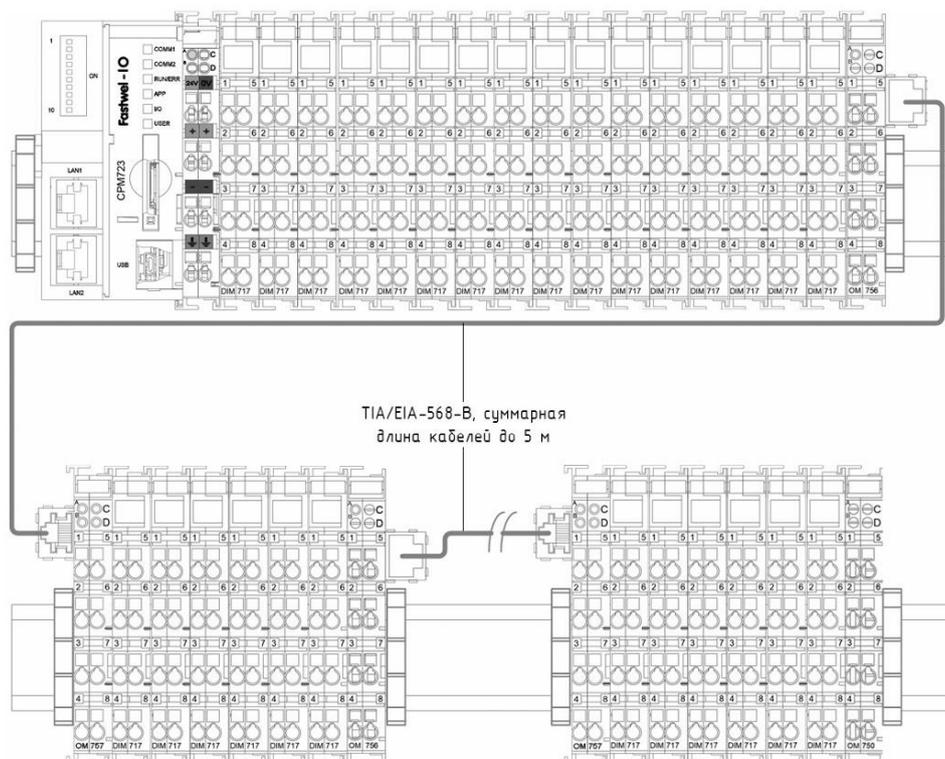


Рис. 6.3. Аппаратная конфигурация ПЛК с удлинением шины FBUS

Следует помнить, что аппаратно-программная конфигурация ПЛК на базе изделий FASTWEL I/O может содержать не более одного программируемого контроллера и не более 64 периферийных модулей, подключенных к каждому локальному или удаленному порту шины FBUS, обслуживаемому данным контроллером. Интерфейсные модули NIM741 и NIM742 рекомендуется подключать только к локальному порту шины FBUS программируемого контроллера.

Номенклатурный перечень модулей серии FASTWEL I/O представлен в табл. 6.1 – 6.5.

6.1. Программируемые контроллеры

CPM723-01-C1	Универсальный программируемый контроллер, 2×Ethernet 10/100BASE-T, система исполнения приложений IDE МЭК 61131-3
CPM711-02	Программируемый контроллер узла сети CANopen, порт CAN, подчиненный узел CANopen, система исполнения приложений CoDeSys 2.3
CPM712-02	Программируемый контроллер узла сети Modbus RTU/ASCII, порт RS-485, ведущее и ведомое устройство Modbus RTU, система исполнения приложений CoDeSys 2.3
CPM713-02	Программируемый контроллер узла сети Modbus TCP, 1×Ethernet 10/100BASE-T, клиент/сервер Modbus TCP, система исполнения приложений CoDeSys 2.3

6.2. Модули дискретного ввода и вывода

DIM71101-C1	Модуль дискретного вывода, 4 канала 24 В / 2 А постоянного тока с общим «минусом», генерация ШИМ-сигналов
DIM71201-C1	Модуль дискретного вывода, 2 реле с переключающими контактами
DIM71301-C1	Модуль дискретного вывода, 2 реле с нормально-разомкнутыми контактами
DIM71501-C1	Модуль дискретного ввода сигналов 230 В переменного тока, 2 канала
DIM71701-C1	Модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 8 каналов с общим «минусом», 2 счетчика импульсов
DIM71801-C1	Модуль дискретного вывода, 8 каналов 24 В / 0,5 А постоянного тока с общим «минусом», генерация ШИМ-сигналов
DIM71901-C1	Модуль дискретного вывода, 8 каналов 24 В / 0,5 А постоянного тока с общим «плюсом», генерация ШИМ-сигналов
DIM76001-C1	Модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 4 изолированных канала, 2 счетчика импульсов
DIM76201-C1	Модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 8 каналов с общим «плюсом», 2 счетчика импульсов
DIM76301-C1	Модуль дискретного вывода, 4 твердотельных реле
DIM76402-C1	Многофункциональный модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 8 каналов с общим «плюсом»
DIM766-01-C1	Модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 8 каналов с общим «плюсом», контроль целостности цепей

6.3. Модули аналогового ввода и вывода

AIM72102-C1	Модуль аналогового ввода, 4 канала, 23 разряда, диапазон измерения 0–20 мА, основная приведенная погрешность 0,04 %
AIM72202-C1	Модуль аналогового ввода, 2 дифференциальных канала, 23 разряда, диапазон измерения 0–20 мА, основная приведенная погрешность 0,04 %
AIM72302-C1	Модуль аналогового ввода, 4 канала, 23 разряда, диапазон измерения 4–20 мА, основная приведенная погрешность 0,04 %
AIM72402-C1	Модуль аналогового ввода, 2 канала ввода сигналов термопар
AIM72502-C1	Модуль аналогового ввода, 2 канала ввода сигналов термометров сопротивления Pt50, Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni120, Cu50 и Cu100
AIM72702-C1	Модуль аналогового ввода, 4 канала, 23 разряда, диапазон измерения 0...40 В, основная приведенная погрешность 0,04 %
AIM72802-C1	Модуль аналогового ввода, 4 канала, 23 разряда, диапазон измерения ±20 В, основная приведенная погрешность 0,02 %
AIM73002-C1	Модуль аналогового вывода, 2 канала, 16 разрядов, выходной сигнал 0–20 мА или 4–20 мА, основная приведенная погрешность 0,08 %
AIM73102-C1	Модуль аналогового вывода, 2 канала, 16 разрядов, выходной сигнал 0...10 В или ±10 В, основная приведенная погрешность 0,08 %
AIM791-01-C1	Модуль аналогового ввода, 8 каналов, 16 разрядов, диапазоны измерения 0–5 мА, 0–20 мА и 4–20 мА
AIM792-01-C1	Модуль аналогового ввода, 8 каналов, 16 разрядов, диапазоны измерения 0...5 В, 0...10 В, ±5 В, ±10 В, основная приведенная погрешность 0,05 %

6.4. Коммуникационные модули

NIM74101-C1	Модуль последовательного интерфейса RS-485
NIM74201-C1	Модуль последовательного интерфейса RS-232C
NIM745-01-C1	Интерфейсный модуль для сети Ethernet с функцией удаленного адаптера шины FBUS
NIM745-02-C1	Интерфейсный модуль для сети Ethernet с функцией встроенного сервера Modbus TCP

6.5. Системные модули и модули питания

OM75001-C1	Модуль оконечной нагрузки шины FBUS
OM75102	Модуль ввода полевого питания с диагностикой
OM75201-C1	Модуль ввода полевого питания
OM753-01-C1	Модуль питания для шины FBUS
OM75501-C1	Модуль ввода высоковольтного полевого питания
OM75601-C1	Модуль расширения внутренней шины (правая сторона)
OM75701-C1	Модуль расширения внутренней шины (левая сторона)
OM75801-C1	Модуль размножения потенциала 0 В шины полевого питания
OM75901-C1	Модуль размножения потенциала 24 В шины полевого питания

6.2. СЕРИЯ FASTWEL F800

FASTWEL F800 (рис. 6.4) – российский модульный ПЛК для реализации локальных и распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами повышенной ответственности.

В состав серии FASTWEL F800 входят модули центрального процессора СРМ810, модули дискретного ввода и вывода, модули аналогового ввода и вывода, коммуникационные модули и вспомогательные модули [10].

Обмен данными между модулями центрального процессора и периферийными модулями производится по внутренней межмодульной шине FBUS.

Программируемые контроллеры и периферийные модули FASTWEL F800 обладают аппаратно-программной совместимостью со всеми модулями ввода-вывода и коммуникационными модулями серии FASTWEL I/O, благодаря чему могут совместно использоваться в составе одного ПЛК.

Программирование и конфигурирование контроллеров FASTWEL F800 осуществляется с использованием пакета инструментальных средств ПЛК FASTWEL в совместимых с ним интегрированных средах разработки CODESYS V3.5 и(или) Astra.IDE [11].



Рис. 6.4. ПЛК FASTWEL F800

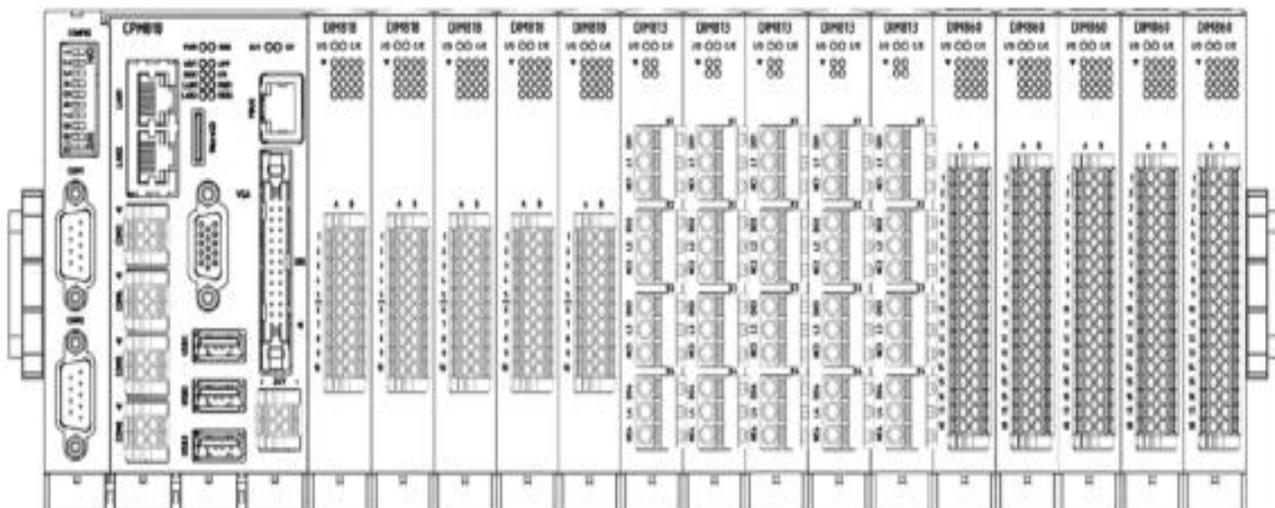


Рис. 6.5. Типовая аппаратная конфигурация ПЛК

Типовая аппаратная конфигурация ПЛК (рис. 6.5) содержит программируемый контроллер и как минимум один смежный набор периферийных модулей, подключенных к локальному порту межмодульной шины FBUS программируемого контроллера. Оконечное согласование шины FBUS в этом случае осуществляется путем перевода во включенное состояние движков переключателя «TERM» в периферийном модуле, находящемся в крайней правой позиции набора.

Аппаратная конфигурация ПЛК также может включать в себя несколько смежных наборов периферийных модулей FASTWEL F800 и(или) FASTWEL I/O (рис. 6.6), размещаемых в пределах одного шкафа и соединенных стандартными кабелями TIA/EIA-568-B (патч-корд). В этом случае для окончательного согласования шины FBUS коммутация во включенное состояние переключателя «TERM» должна осуществляться только в периферийном модуле, находящемся в крайней позиции последнего в цепочке смежного набора.

К программируемым контроллерам через удаленные порты межмодульной шины FBUS может быть дополнительно подключено до 128 периферийных модулей FASTWEL F800 и(или) FASTWEL I/O (до 64 модулей к каждому из портов). Аппаратная конфигурация такого использования представлена на рис. 6.7.

Следует помнить, что аппаратно-программная конфигурация ПЛК может содержать не более одного программируемого контроллера и не более 64 периферийных модулей, подключенных к каждому локальному или удаленному порту шины FBUS, обслуживаемому данным контроллером. Один смежный

набор периферийных модулей FASTWEL F800 должен содержать не более 20 модулей и иметь потребляемую мощность не более 20 Вт.

Номенклатурный перечень модулей серии FASTWEL F800 представлен в табл. 6.6 – 6.10.

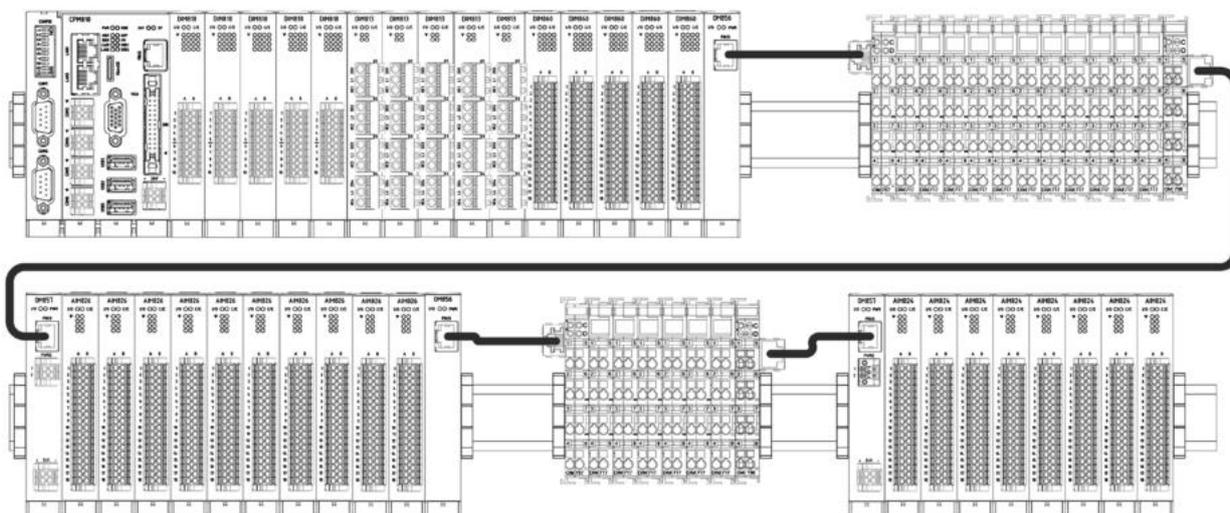


Рис. 6.6. Аппаратная конфигурация ПЛК с удлинением шины FBUS

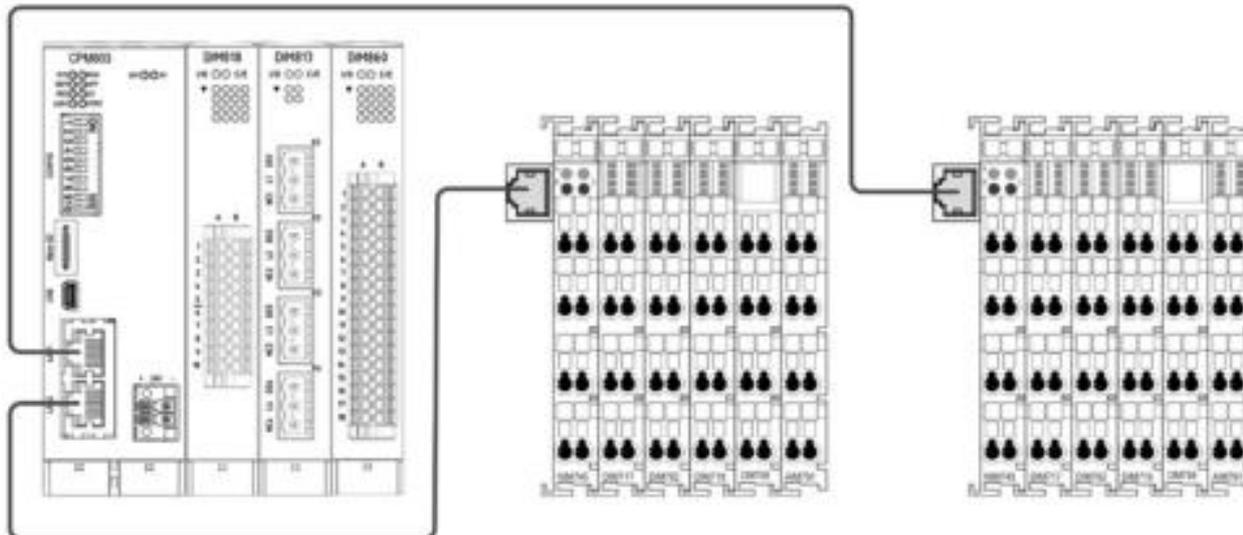


Рис. 6.7. Аппаратная конфигурация ПЛК с удаленными портами межмодульной шины FBUS

6.6. Программируемые контроллеры

CPM803-01	Программируемый контроллер, 2×Ethernet 10/100BASE-T, система исполнения приложений МЭК 61131-3
CPM810-03	Универсальный программируемый контроллер, 2×Ethernet 1 Гбит/с, 3×USB 2.0, 2×RS-232, 4×RS-485, FBUS, 24×DIO, видеовыход 1920×1080, microSD 1 Гбайт, система исполнения приложений МЭК 61131-3

6.7. Модули дискретного ввода и вывода

DIM812-01	Модуль дискретного вывода, 4 реле с переключающими контактами
DIM813-01	Модуль дискретного вывода, 4 реле с нормально-разомкнутыми контактами
DIM815-01	Модуль дискретного ввода сигналов 230 В переменного тока, 6 каналов
DIM817-01	Модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 16 каналов с общим «минусом», 2 группы, 16 счетчиков событий
DIM818-01	Модуль дискретного вывода, 16 каналов 24 В / 0,5 А постоянного тока с общим «минусом», 2 группы, генерация ШИМ-сигналов
DIM819-01	Модуль дискретного вывода, 16 каналов 24 В / 0,5 А постоянного тока с общим «плюсом», 2 группы, генерация ШИМ-сигналов
DIM860-01	Модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 16 изолированных каналов, 16 счетчиков событий
DIM862-01	Модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 16 каналов с общим «плюсом», 2 группы, 16 счетчиков событий
DIM864-01	Многофункциональный модуль ввода дискретных сигналов с уровнями TTL/HTL, 8 каналов с общим «минусом»
DIM866-01	Модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 16 каналов с общим «минусом», 2 группы, контроль целостности цепей
DIM873-02-00	Модуль дискретного вывода, 16 герконовых реле
DIM883-02-00	Модуль дискретного вывода, 8 твердотельных реле
DIM887-02-00	Модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 32 канала с общим «минусом», 2 группы
DIM888-02-00	Модуль дискретного ввода сигналов 24 В постоянного тока, 32 канала с общим «плюсом», 2 группы

6.8. Модули аналогового ввода и вывода

AIM822-01	Модуль аналогового ввода, 4 дифференциальных канала, 23 разряда, диапазон измерения 0–20 мА
AIM824-01	Модуль аналогового ввода, 6 каналов ввода сигналов термопар
AIM825-01	Модуль аналогового ввода, 6 каналов ввода сигналов термометров сопротивления
AIM826-01	Модуль аналогового ввода, 8 каналов, 16 разрядов, диапазоны измерения 0...10 В, 0...40 В, ± 10 В и 0–20 мА
AIM831-01	Модуль аналогового вывода, 4 канала, 16 разрядов, выходной сигнал 0–20 мА, 4–20 мА, 0...10 В или ± 10 В
AIM891-01	Модуль аналогового ввода, 16 каналов, 16 разрядов, диапазоны измерения 0–5 мА, 0–20 мА и 4–20 мА

6.9. Коммуникационные модули

NIM841-01	Модуль последовательного интерфейса RS-422/485
NIM842-01	Модуль последовательного интерфейса RS-232C

6.10. Системные модули и модули питания

OM856-01	Модуль расширения внутренней шины (правая сторона)
OM857-01	Модуль расширения внутренней шины (левая сторона)

7. КОНТРОЛЛЕРЫ RealLab!

История компании насчитывает более 30 лет и начинается с 1989 года, когда группа энтузиастов из числа сотрудников НИИ и профессорско-преподавательского состава Таганрогского радиотехнического института основала собственное предприятие для выполнения работ по созданию перспективных средств автоматизации, не имеющих аналогов в стране и за рубежом.

В настоящее время Научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектирования (НИЛ АП) – крупный производитель средств и систем промышленной автоматизации под торговой маркой RealLab!, спроектированных специально для жестких условий эксплуатации и изготовленных в соответствии с российскими и мировыми стандартами.

Вся продукция изготавливается на производственных мощностях предприятия с использованием линий автоматического монтажа, обеспечивая максимальное качество и технологичность изделий.

ПЛК RealLab! представлены широкой линейкой контроллеров различной производительности и функционала, в том числе с возможностью горячего резервирования, предназначены для решения задач в области автоматизации технологических процессов и обладают рядом отличительных особенностей и преимуществ:

- собственная операционная система RealLab! Embedded Linux;
- промышленный диапазон рабочих температур. Максимальный температурный диапазон составляет: от –40 до +70 °С;
- возможность использования во взрывоопасных зонах без применения барьеров искрозащиты и взрывобезопасной оболочки (только серия NL-Ex);
- соответствуют Техническим Регламентам Таможенного Союза;
- съемные клеммные колодки;
- горячее резервирование (доступно для ПЛК NLScon-RSB-XL-CAN-RD);
- высокая вычислительная мощность: до 4 x Cortex A7 (A53) x 1,2 ГГц, 1 Гбайт ОЗУ;

- широкий набор интерфейсов подключения: до 2xCAN, 2xEthernet, 2xRS-485;
- групповая гальваническая изоляция входов и групповая изоляция выходов с тестовым напряжением изоляции 2500 В.

Номенклатура контроллеров включает несколько серий:

- NLScon-RSB (4x1,2 ГГц, 1 Гб ОЗУ, 1xEthernet, 2xRS-485, шинный соединитель RS-485 или CAN, ОС RealLab! Raspbian Linux);
- NLScon-A40 (4x1,2 ГГц, 1 Гб ОЗУ, 1xEthernet, 2xRS-485, шинный соединитель RS-485 или CAN, ОС RealLab! Embedded Linux);
- СЕРИЯ NL (312 МГц, 64 Мб ОЗУ, 1xEthernet, 2xRS-485, ОС Windows);
- взрывозащищенная серия NL-EX;
- серия NC (встроенные каналы ввода-вывода);
- серия MC (встроенные каналы ввода-вывода + дисплей + кнопки управления).

7.1. СЕРИЯ NLScon-RSB

Контроллер NLScon-RSB (рис. 7.1) является высокопроизводительным программируемым логическим контроллером, характеризуется высокой вычислительной мощностью и широким функционалом для построения мощных систем распределенного управления, а также сбора, хранения, обработки и передачи информации [12].



Рис. 7.1. Контроллеры NLScon-RSB

Серия контроллеров NLScon-RSB построена на базе процессора Broadcom BCM2837B0 (ARM Cortex™-A53 – 4 ядра, 1,2 ГГц). Центральный процессор (CPU) работает под управлением операционной системы RealLab! Raspbian Linux. После загрузки ОС запускается среда исполнения CODESYS Runtime или MasterPLC, которая выполняет программу пользователя, написанную соответственно в среде разработки CODESYS или MasterSCADA 4D.

Контроллер используется совместно с модулями ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, которые подключаются к ПЛК с помощью промышленных сетей на основе интерфейсов RS-485, Ethernet, CAN и протоколов Modbus RTU, Modbus TCP, DCON, CANopen. При этом порт DATA1 интерфейса RS-485 или CAN1 интерфейса CAN (в зависимости от выбранной модификации ПЛК), а также линия питания продублированы на шинный разъем, что позволяет при использовании модулей ввода-вывода серии NLS, собрать систему без применения дополнительных проводов. Питание и обмен данными между модулями и контроллером будут осуществляться через шинные разъемы.

ПЛК оборудован энергонезависимой памятью (стандарта EMMC) и часами реального времени (RTC). В энергонезависимой памяти хранятся пользовательские программы и другая информация, необходимая пользователю.

ПЛК имеет несколько модификаций, отличающихся составом портов (Ethernet, RS-485, CAN), интерфейсом, выводимым на DIN-рейку, установленной средой исполнения, поддержкой резервирования. Модификации контроллера определяются кодом заказа (рис. 7.2):

A – базовое исполнение (процессор Broadcom BCM2837B0);

B – модификации портов: XL – 2 порта Ethernet, 2 порта RS-485, 2 порта CAN; L – 2 порта Ethernet, 2 порта RS-485, 1 порт CAN; S – 1 порт Ethernet, 2 порта RS-485;

C – интерфейс, выводимый на DIN-рейку: RS – RS-485, CAN – CAN;

D – среда исполнения: не указано – CoDeSys, MSV – MasterSCADA с клиент-визуализацией, MS – MasterSCADA без клиент-визуализации;

E – поддержка резервирования: RD – горячее резервирование ПЛК.

$$\frac{\text{NLScon-RSB}}{\text{A}} - \frac{\text{XL}}{\text{B}} - \frac{\text{RS}}{\text{C}} - \frac{\text{MS}}{\text{D}} - \frac{\text{RD}}{\text{E}}$$

Рис. 7.2. Расшифровка кода заказа

Контроллер характеризуется следующими основными свойствами:

- поддержка всех модулей ввода-вывода и датчиков RealLab! с интерфейсами RS-485, CAN, Ethernet;
- возможно подключение модулей других производителей с такими же интерфейсами;
- поддержка протоколов обмена: Modbus RTU, Modbus TCP, CANopen;
- поддержка горячего резервирования ПЛК (только для модификации NLScon-RSB-XL-CAN-RD);
- возможность устанавливать для каждого последовательного порта свои параметры сигналов передачи данных, систему команд и свойства протокола;
- широкий температурный диапазон эксплуатации: $-25...+70$ °С;
- имеет защиту от: неправильного подключения полярности источника питания; превышения напряжения питания; электростатических разрядов по интерфейсам RS-485 и CAN; перегрева выходных каскадов портов RS-485 и CAN; короткого замыкания клемм портов RS-485 и CAN;
- напряжение питания в диапазоне от 10 до 30 В, потребляемая мощность – не более 10 Вт;
- скорость обмена через последовательные порты (выбирается программно):
 - RS-485: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 56000, 57600, 115200 бит/с;
 - CAN: 10, 20, 50, 100, 125, 250, 500, 800, 1000 кбит/с;
- наработка до отказа не менее 100 000 ч;

7.2. СЕРИЯ NLScon-A40

Контроллер NLScon-A40 (рис. 7.3) является высокопроизводительным программируемым логическим контроллером, пригодным для построения систем автоматизации в различных отраслях промышленности. По многим характеристикам контроллеры серии NLScon-A40 близки к NLScon-RSB. Ключевые отличия касаются процессорного модуля.

Серия контроллеров NLScon-A40 построена на базе процессора Allwinner A40i (ARM Cortex™-A7 – 4 ядра, 1,2 ГГц). Центральный процессор (CPU) работает под управлением отечественной операционной системы RealLab! Embedded Linux (включена в реестр российского программного обеспечения, № 26394 от 12.02.2025).

ПЛК имеет несколько модификаций, отличающихся наличием/отсутствием поддержки CAN, интерфейсом, выводимым на DIN-рейку, установленной средой исполнения. Модификации контроллера определяются кодом заказа (рис. 7.4):

A – базовое исполнение (процессор Allwinner A40i);

B – модификации портов: L – 2 порта Ethernet, 2 порта RS-485, 2 порта CAN;

S – 2 порта Ethernet, 2 порта RS-485;

C – интерфейс, выводимый на DIN-рейку: RS – RS-485, CAN – CAN;

D – среда исполнения: не указано – CoDeSys, MSV – MasterSCADA с клиент-визуализацией, MS – MasterSCADA без клиент-визуализации.



Рис. 7.3. Контроллеры NLScon-A40

$\frac{\text{NLScon-A40}}{\text{A}} - \frac{\text{L}}{\text{B}} - \frac{\text{RS}}{\text{C}} - \frac{\text{MS}}{\text{D}}$

Рис. 7.4. Расшифровка кода заказа

По сравнению с NLScon-RSB контроллеры серии NLScon-A40 имеют немного более узкий температурный диапазон эксплуатации: $-10... +60$ °С.

7.3. МОДУЛИ ВВОДА-ВЫВОДА СЕРИИ NLS

Серия NLS включает большую номенклатуру модулей ввода-вывода с выводом цифровых сигналов на шину RS-485, CAN или Ethernet. Модули ввода-вывода устанавливаются на стандартную DIN-рейку (рис. 7.5). Модули поставляются с шинным разъемом, который позволяет упростить монтаж и подключение. Шинный разъем располагается на DIN-рейке и дублирует шины питания и интерфейсную шину CAN или RS-485, выведенную на клеммный разъем, что позволяет подключать модули к питанию и интерфейсу CAN или RS-485 непосредственно после их установки на DIN-рейку без внешних проводников.

Серия NLS модулей ввода-вывода включает следующие 4 линейки:

- линейка NLS-xxx – линейка модулей с коммуникационным интерфейсом RS-485;
- линейка NLS-xxx-CAN – линейка модулей с коммуникационным интерфейсом CAN;
- линейка NLS-xxx-Ethernet – линейка модулей с коммуникационным интерфейсом Ethernet (с одним портом);
- линейка NLS-xxx-Ethernet-2P – линейка модулей с коммуникационным интерфейсом Ethernet (с двумя портами).

Все модули имеют встроенный аппаратный сторожевой таймер, который перезапускает модуль в случае его «зависания». Модули выполнены для применения в расширенном температурном диапазоне от -40 до $+70$ °С. Имеют наработку на отказ не менее 100 000 ч.



Рис. 7.5. Контроллер NLScon-RSB-S с модулями ввода-вывода и шинным интерфейсом RS-485

Номенклатура модулей ввода-вывода серии NLS, производимых в настоящее время предприятием, представлена в табл. 7.1, 7.2.

7.1. Номенклатура аналоговых модулей ввода-вывода

Модуль	Назначение
NLS-8AI NLS-8AI-CAN NLS-8AI-Ethernet NLS-8AI-Ethernet-2P	Универсальный модуль аналогового ввода (измерение напряжения или тока) 16 одиночных или 8 дифференциальных каналов аналогового ввода с программно устанавливаемыми диапазонами ± 150 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, ± 5 В, ± 10 В, ± 20 мА
NLS-16AI-I NLS-16AI-I-CAN NLS-16AI-I-Ethernet NLS-16AI-I-Ethernet-2P	Модуль ввода аналоговых сигналов тока (для измерения только тока 0...20 мА) имеет 16 одиночных каналов со встроенными шунтами 124 Ом
NLS-8TI NLS-8TI-CAN NLS-8TI-Ethernet NLS-8TI-Ethernet-2P	Модуль аналогового ввода сигналов термопар 8 дифференциальных каналов аналогового ввода сигналов термопар типов J (ТЖК), K (ТХА) В (ТПР), L (ТХК), E (ТХК _н), S (ТПП 10%), R (ТПП 13%), N (ТНН), Т (ТМК), А-1 (ТВР), А-2 (ТВР), А-3 (ТВР)
NLS-4RTD NLS-4RTD-CAN NLS-4RTD-Ethernet NLS-4RTD-Ethernet-2P	Модуль аналогового ввода сигналов термосопротивлений 4 дифференциальных канала аналогового ввода сигналов термосопротивлений типов Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000, 50П, 100П, 500П, 1000П, Cu50, Cu100, Cu500, Cu1000, 50М, 100М, 500М, 1000М, 100Н, 500Н, 1000Н
NLS-4AO NLS-4AO-CAN NLS-4AO-Ethernet NLS-4AO-Ethernet-2P	Модуль аналогового вывода 4 гальванически изолированных канала аналогового вывода тока или напряжения (0...20 мА, 4...20 мА, 0...24 мА, 0...5 В, ± 5 В, 0...10 В, ± 10 В)

7.2. Номенклатура дискретных модулей ввода-вывода

Модуль	Назначение
NLS-16DI NLS-16DI-CAN NLS-16DI-Ethernet NLS-16DI-Ethernet-2P	Модуль дискретного ввода 16 каналов дискретного ввода с групповой изоляцией
NLS-16DO-P NLS-16 DO-P-CAN NLS-16 DO-P-Ethernet NLS-16 DO-P-Ethernet-2P	Модуль дискретного вывода 16 каналов дискретного вывода с интеллектуальными ключами нижнего плеча. Коммутируемый ток – до 0,75 А, напряжение до 35 В
NLS-16DO NLS-16 DO-CAN NLS-16 DO-Ethernet NLS-16 DO-Ethernet-2P	Модуль дискретного вывода 16 каналов дискретного вывода с интеллектуальными ключами верхнего плеча. Коммутируемый ток до 0,6 А, напряжение до 45 В
NLS-4RTD NLS-4RTD-CAN NLS-4RTD-Ethernet NLS-4RTD-Ethernet-2P	Модуль релейного вывода 8 электромагнитных реле (до 2 А при 30 В постоянного тока или до 0,25 А при ~220 В переменного тока на один контакт реле)
NLS-4AO NLS-4AO-CAN NLS-4AO-Ethernet NLS-4AO-Ethernet-2P	Модуль мощного релейного вывода 8 электромагнитных реле (до 5 А при 30 В постоянного тока или до 5 А при ~220 В переменного тока на один контакт реле)

8. КОНТРОЛЛЕРЫ OPTIMUS DRIVE

Как было отмечено выше, компания Optimus Drive является отечественным брендом, осуществляет реализацию и профессиональное техническое сервисное сопровождение оборудования собственного бренда. При этом контрактное производство оборудования Optimus Drive осуществляется на ведущих флагманских предприятиях КНР.

В номенклатуре Optimus Drive присутствуют программируемые логические контроллеры разного класса и типа:

- контроллеры серий АС/АТ/АН – модульные контроллеры малого класса, предназначенные для решения широкого круга задач малой автоматизации в промышленности;
- контроллеры серий С/Т/Н – блочные контроллеры малого класса;
- контроллеры ME200 – модульные бюджетные контроллеры малого класса, программируемые в среде Codesys;
- контроллеры серии MX300 – высокопроизводительные контроллеры PAC-класса, программируемые в среде Codesys;
- контроллеры серии MN1000 – высокоскоростные высокопроизводительные PAC-контроллеры с мощным процессором и большим объемом оперативной памяти и SSD-дискон большой емкости.

8.1. КОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИЙ АС/АТ/АН

Модульные контроллеры АС/АТ/АН имеют компактный конструктив, предполагающий монтаж модуль к модулю (рис. 8.1), вертикальные пружинные клеммники на лицевой части контроллера и модулей. Все ЦПУ имеют одинаковые программные возможности и поддерживают языки программирования FBD, LD и IL. Объем программы у всех ЦПУ составляет 48k шагов.

Модульные ЦПУ типа АС являются максимально бюджетными и во многих задачах могут легко заменить программируемые реле. Выпускаются модификации с релейным, NPN и PNP выходами.



Рис. 8.1. Модульные контроллеры АС/АТ/АН с модулями ввода-вывода

Все ЦПУ имеют встроенные порты Ethernet и RS-485, протоколы обмена Modbus TCP/ASCII/RTU. Расширяются ЦПУ любыми тремя модулями (дискретными, аналоговыми, температурными), кроме коммуникационных. Импульсные входы/выходы у ЦПУ типа АС отсутствуют. В серии присутствуют модели ЦПУ на 10, 12 или 16 точек ввода-вывода.

Модели на 10 точек (AC10S0R, AC10S0T, AC10S0P) имеют 6 дискретных входов и 4 выхода. У моделей на 16 точек (AC16S0R, AC16S0T, AC16S0P) на борту присутствуют 8 дискретных входов и 8 выходов. Модели на 12 точек (AC12M0R, AC12M0T, AC12M0P) оснащены 4 дискретными входами, 4 дискретными выхода, 2 аналоговыми входами и 2 аналоговыми выходами.

Модульные ЦПУ типа АТ являются наиболее универсальными и при этом бюджетными контроллерами, подходящими под большинство задач малой автоматизации. Выпускаются модификации с релейным, NPN и PNP выходами. ЦПУ типа АТ поддерживают расширение до 15 модулей (3 коммуникационных), 2 группы аппаратных счетчиков по 200 кГц (4 входа) и 2 группы импульсных выходов по 200 кГц (4 выхода). В серии присутствуют модели ЦПУ на 12 или 16 точек ввода-вывода.

Модели на 16 точек (AT16S0R, AT16S0T, AT16S0P) имеют 8 дискретных входов и 8 дискретных выходов. Модели на 12 точек (AT12M0R, AT12M0T, AT12M0P) имеют на борту 4 дискретных входа и 4 выхода, 2 аналоговых входа и 2 аналоговых выхода и по одной импульсной группе входов-выходов.

Модульные ЦПУ типа АН имеют 4 импульсные группы и поддерживают инструкции линейной и круговой интерполяции. Предназначены для задач

управления движением. Выпускаются модификации с релейным, NPN и PNP выходами (соответственно АН16S0R, АН16S0Т, АН16S0P). ЦПУ типа АН поддерживают расширение до 15 модулей (3 коммуникационных), 4 группы аппаратных счетчиков по 200 кГц (8 входов) и 4 группы импульсных выходов по 200 кГц (8 выходов).

Количество обслуживаемых входов-выходов может быть увеличено за счет использования модулей расширения. В номенклатуру модулей расширения входят модули дискретного ввода на 8 или 16 каналов (8DI, 16DI), дискретного вывода на 8 или 16 каналов (8DO, 16DO), интегрированные модули дискретного ввода-вывода (4DI/4DO, 8DI/8DO), модули аналогового ввода на 4 или 8 каналов (4AI, 8AI), модули аналогового вывода на 4 или 8 каналов (4АО, 8АО), комбинированные модули аналогового ввода-вывода (2AI/2АО, 4AI/4АО), 4- и 8-канальные температурные модули для подключения термопар, 4-х канальные температурные модули для подключения термометров сопротивления, 1- и 2-канальные весоизмерительные модули.

Для расширения коммуникационных возможностей контроллера в номенклатуре присутствуют модули дополнительных портов RS-232/RS-485.

8.2. КОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИЙ С/Т/Н

Блочные контроллеры типа С/Т/Н имеют классический конструктив (рис. 8.2), монтаж модулей через шлейф, горизонтальные клеммы под винт, съемную клеммную колодку. Серия С/Т/Н предоставляет большой ассортимент и вариативность как самих контроллеров, так и модулей расширения. Все модели ЦПУ на борту имеют встроенные порты RS-232/RS-485 с поддержкой протоколов Modbus ASCII/RTU. В номенклатуре ЦПУ типа С/Т/Н присутствуют модели с питанием 24 VDC или 220 VAC, модели с Ethernet на борту и поддержкой протокола Modbus TCP.

Блочные ЦПУ типа С являются максимально бюджетными и во многих задачах могут легко заменить программируемые реле. Выпускаются модификации с релейным, NPN и PNP выходами. В составе линейки модели с различным

количеством каналов на борту (от 16 до 60 точек дискретных входов-выходов). ЦПУ типа С не расширяются модулями ввода-вывода, а также в них отсутствует поддержка импульсных входов-выходов.

Блочные ЦПУ типа Т являются наиболее универсальными и при этом бюджетными контроллерами, подходящими под большинство задач малой автоматизации. Выпускаются модификации с релейным, NPN и PNP выходами. В зависимости от модели количество встроенных дискретных входов-выходов варьируется от 16 до 60. На борту ЦПУ присутствует 2 группы аппаратных счетчиков по 200 кГц (4 входа) и 2 группы импульсных выходов по 200 кГц (4 выхода). Блочные ЦПУ типа Т поддерживают подключение до 7 модулей ввода-вывода.

Блочные ЦПУ типа Н имеют до 8 импульсных групп (16 входов и 16 выходов до 200 кГц) и поддерживают инструкции линейной и круговой интерполяции. ЦПУ этого типа ориентированы для задач управления движением. Выпускаются модификации с релейным, NPN и PNP выходами. В зависимости от модели количество встроенных дискретных входов-выходов варьируется от 16 до 60. ЦПУ типа Н поддерживают расширение до 7 модулей ввода-вывода.

Модули расширения для ЦПУ типа Т/Н могут работать по внутренней шине как модуль расширения контроллера, а также самостоятельно без контроллера по интерфейсу RS-485 или Ethernet. Модули имеют 5 типоразмеров с количеством точек ввода-вывода до 64. Все модули поддерживают протоколы Modbus ASCII/RTU (на встроенном порту RS-485), некоторые модели имеют порт Ethernet и поддерживают протокол Modbus TCP. Питание модулей – 24 В постоянного тока.



Рис. 8.2. Блочные контроллеры типа С/Т/Н

Номенклатура модулей расширения для ЦПУ типа Т/Н очень обширна и включает:

- модули расширения дискретных входов, дискретных выходов, комбинированные модули дискретного ввода-вывода с количеством сигналов от 8 до 64;
- модули аналоговых входов на 4 или 8 каналов (4АІ, 8АІ),
- модули аналоговых выходов на 4 или 8 каналов (4АО, 8АО), комбинированные модули аналогового ввода-вывода (2АІ/2АО, 4АІ/4АО);
- 4- и 8-канальные температурные модули для подключения термопар;
- 4- и 8-канальные температурные модули для подключения для подключения термометров сопротивления;
- модуль цифровых датчиков 9...12 бит: DS18B20, RW1820, DS1990, SHT1х, SHT7х (4 канала).
- весоизмерительные модули (1 или 2 канала);
- модуль дополнительного СОМ порта RS-232/485 с оптоизоляцией.

8.3. КОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ МХ300

Новые высокопроизводительные контроллеры серии МХ300 (рис. 8.3) относятся к контроллерам PАС-класса (Programmable Automation Controller), программируемым в универсальной среде CODESYS версии 3.5. Контроллеры серии МХ300 идеально подходят для решения комплексных задач автоматизации и управления сложным движением. Благодаря своим высоким вычислительным способностям контроллеры МХ300, помимо всего прочего, способны управлять движением до 32 приводов по сети EtherCAT и 6 осями в режиме импульсного управления (pulse+dir, 200 кГц). Для управления движением предусмотрена поддержка библиотек SM_Basics/Robotics/CNC v.4.10 – 4.16, полностью соответствующих стандарту PLCopen. Контроллеры имеют встроенные 16 дискретных входов и 16 дискретных выходов, в числе которых по 12 быстродействующих (до 200 кГц). Количество входов-выходов можно наращивать с помощью стандартных модулей ввода-вывода, прикрепляемых непосредственно к шине контроллера, или с использованием станций удаленного ввода-вывода с EtherCAT.



Рис. 8.3. Контроллер серии MX300

В состав серии MX300 входят три модели центрального процессорного устройства (ЦПУ), отличающиеся количеством поддерживаемых по шине EtherCAT осей движения: модель MX308 – 8 осей движения по шине EtherCAT, MX316 – 16 осей, MX332 – 32 оси. В остальном параметры у этих моделей ЦПУ идентичны. Компоновка аппаратной части MX300 представлена на рис. 8.4.

Контроллеры серии MX300 построены на базе 2-ядерного процессора ARM Cortex A9 с тактовой частотой 866 МГц, имеют достаточно большой объем памяти и данных (40 Мб), из них 512 кб – энергонезависимая.

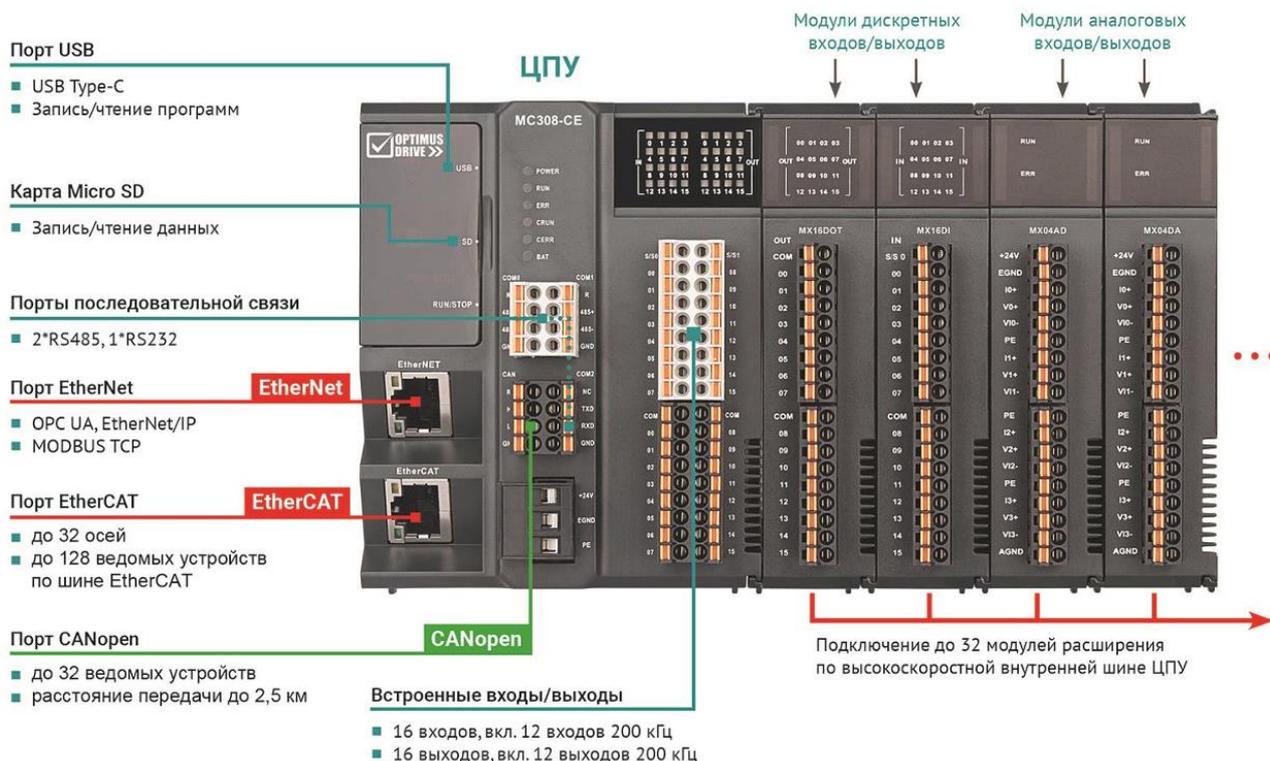


Рис. 8.4. Компоновка аппаратной части MX300

Контроллер обладает развитыми коммуникационными возможностями. На борту ЦПУ присутствуют:

Порты последовательной связи: 2xRS-485, 1xRS-232 с поддержкой протокола Modbus RTU (Master/Slave);

- порт Ethernet со скоростью передачи данных 100 Мбит/с, при этом поддерживаются наиболее распространенные промышленные протоколы EtherNet/IP, Modbus TCP (Client/Server), OPC-UA (Server), Socket. Порт Ethernet может также использоваться для программирования контроллера и отладки;

- порт EtherCAT с поддержкой режимов работы Master/Slave. По шине EtherCAT поддерживается управление до 32 осей движения или подключение до 128 ведомых устройств;

- порт CAN с поддержкой протокола CANopen и возможностью подключения до 32 ведомых устройств;

- порт USB (Type-C), который может использоваться для программирования и отладки.

Как было отмечено выше, на борту ЦПУ присутствует 16 дискретных входов и 16 дискретных выходов. Для увеличения количества обслуживаемых входов-выходов к ЦПУ возможно подключение до 32 модулей расширения по внутренней быстродействующей шине, что позволяет увеличить до 512 (в ближайшей перспективе до 1024) каналов DI/DO или 128 AI/AO.

Использование станций удаленного ввода-вывода EtherCAT (каплеров) позволяет существенно увеличить количество обрабатываемых входов-выходов. По шине EtherCAT к контроллеру может быть подключено до 128 удаленных узлов (рис. 8.5). В номенклатуре Optimus Drive присутствуют каплеры R2EC, к которым может быть подключено до 32 модулей ввода-вывода серии MX. В целом по шине EtherCAT может быть обработано до 32 767 каналов удаленного ввода-вывода.

Номенклатура модулей ввода-вывода серии MX включает модули дискретного ввода, дискретного вывода, аналогового ввода и аналогового вывода. Перечень производимых в настоящее время под маркой Optimus Drive модулей ввода-вывода серии MX представлен в табл. 8.1.

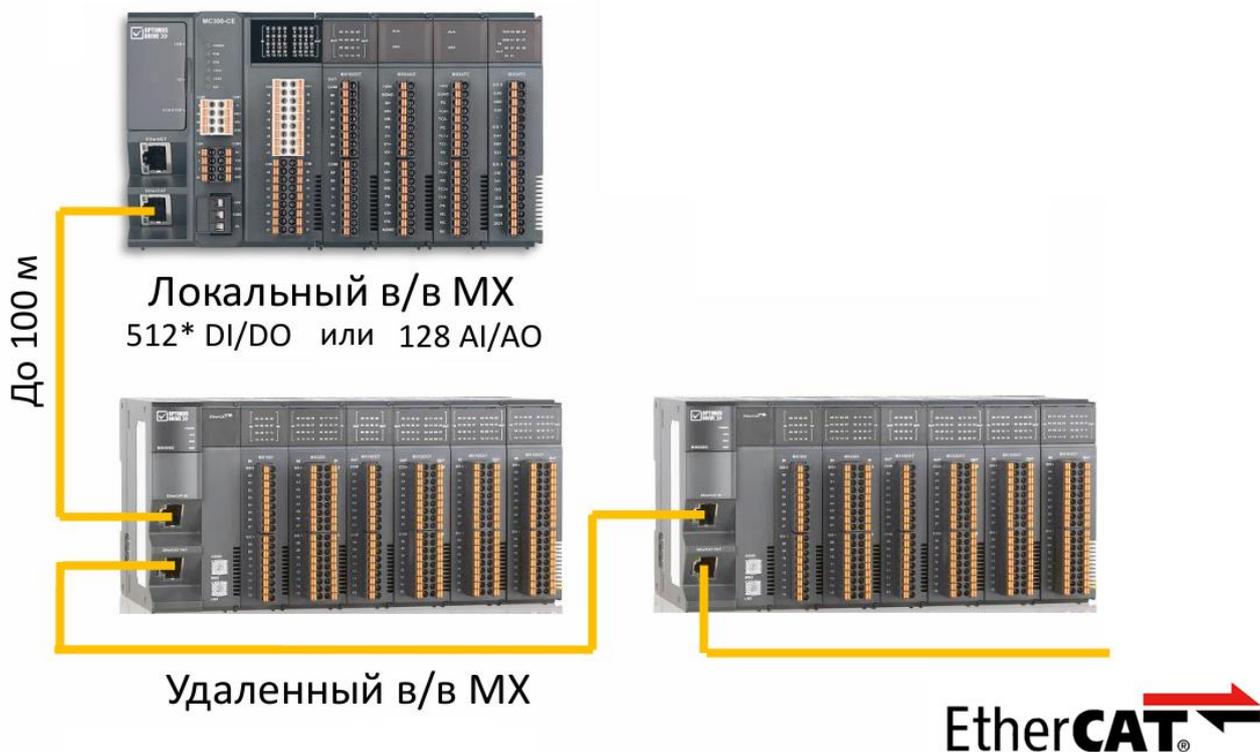


Рис. 8.5. Расширение входов-выходов по шине EtherCAT

8.1. Номенклатура модулей ввода-вывода серии МХ

Модуль	Назначение
MX16DI	Модуль дискретного ввода. 16 каналов дискретного ввода (16DI, 24 В=). Две группы по 8 входов, изолированных друг от друга. Тип входа NPN/PNP. Частота опроса входов 1 кГц
MX16DOT	Модуль дискретного вывода. 16 каналов дискретного вывода NPN (16DO, 24 В=). Нагрузочная способность – до 0,5 А/канал (24 В=). Две потенциально связанные группы по 8 выходов. Частота обновления выходов – 1 кГц
MX16DOP	Модуль дискретного вывода. 16 каналов дискретного вывода PNP (16DO, 24 В=). Нагрузочная способность – до 0,5 А/канал (24 В=). Две потенциально связанные группы по 8 выходов. Частота обновления выходов – 1 кГц
MX16DOR	Модуль релейного вывода. 8 электромагнитных реле (максимальный ток нагрузки до 2 А). Четыре группы по 4 выхода, изолированных друг от друга. Частота обновления выходов 1 Гц

Модуль	Назначение
MX04AD	<p>Модуль аналогового ввода.</p> <p>4-канальный модуль ввода аналоговых сигналов (4АІ, 16 бит).</p> <p>Диапазоны входных сигналов напряжения 0...5 В, 1...5 В, –5...+5 В, 0...10 В, –10...+10 В.</p> <p>Диапазоны входных сигналов тока 0...20 мА, 4...20 мА.</p> <p>Время обновления данных – 1 мс на 4 канала</p>
MX04DA	<p>Модуль аналогового вывода</p> <p>канальный модуль вывода аналоговых сигналов (4АО, 16 бит).</p> <p>Диапазоны выходных сигналов напряжения 0...5 В, 1...5 В, –5...+5 В, 0...10 В, –10...+10 В.</p> <p>Диапазоны выходных сигналов тока 0...20 мА, 4...20 мА.</p> <p>Время обновления данных – 1 мс на 4 канала</p>
MX04ТС	<p>Температурный модуль</p> <p>4-канальный модуль ввода сигналов термопар (4АІ, разрешение 0,1 °С).</p> <p>Типы термопар: J, K, R, S, T, E, N, В.</p> <p>Время обновления данных – 250/500/1000 мс на 4 канала (настраивается программно)</p>
MX04RC	<p>Температурный модуль</p> <p>4-канальный модуль ввода сигналов термометров сопротивлений (4АІ, 24 бит), 2/3- проводное подключение.</p> <p>Типы термометров: Pt100/Pt1000/Ni100/Ni1000/Cu50/Cu100.</p> <p>Время обновления данных – 250 / 500 / 1000 мс на 4 канала (настраивается программно)</p>

9. КОНТРОЛЛЕРЫ ПРОИЗВОДСТВА НИЦ «ИНКОМСИСТЕМ»

Российский системный интегратор научно-инженерный центр «ИНКОМСИСТЕМ» выполняет полный цикл производства современного высокотехнологичного оборудования, отвечающего самым высоким требованиям политики импортозамещения, надежности и качества.

Промышленные контроллеры АБАК ПЛК (рис. 9.1) призваны импортозаместить оборудование компаний Siemens, Yokogawa Electric, Schneider Electric. С 2015 года они активно используются предприятиями нефтегазовой и энергетической промышленности, имеют сертификат ИНТЕРГАЗСЕРТ, внесены в реестр отечественных производителей, имеют свидетельство о типовом одобрении от Российского морского регистра судоходства. Активно применяются судостроительными компаниями и морскими танкерами, обслуживающими отраслевые шельфовые и арктические объекты.



Рис. 9.1. Промышленные контроллеры АБАК ПЛК

Контроллеры АБАК ПЛК полностью разработаны в России и производятся на собственном производстве «ИНКОМСИСТЕМ» в Казани, при этом специалисты предприятия обеспечивают консультационную и сервисную поддержку, в том числе дистанционно.

Контроллеры АБАК ПЛК выгодно отличаются:

- возможность подключения до 100 модулей ввода-вывода (1600 сигналов) на один CPU;
- обновление каналов ввода-вывода от 10 мс (до 100 раз в секунду);
- возможность резервирования и «горячей» замены CPU и модулей ввода-вывода;
- резервирование входного питания;
- работа в расширенном диапазоне температур от –40 до 70 °С;
- компактные размеры модулей;
- низкое энергопотребление – от 4 Вт;
- развитые коммуникационные возможности и поддержка популярных протоколов: OPC UA с поддержкой защищенного соединения и сертификатов безопасности, МЭК 61850 Client/Server, МЭК 60870-5-104 Client/Server, Modbus RTU Master/Slave, Modbus TCP Client/Server, PROFINET и др.;
- встроенная Web-визуализация с поддержкой истории алармов и исторических трендов.

АБАК ПЛК выпускаются в исполнениях К2, К3, которые отличаются внешним видом корпуса, метрологическими и техническими характеристиками.

Контроллер АБАК ПЛК исполнения К2 (рис. 9.2) состоит из модулей центрального процессора (CPU) и набора модулей ввода-вывода, которые устанавливаются на одну или несколько DIN-реек шириной 35 мм [13].

Обмен информацией между CPU и модулями ввода-вывода осуществляется посредством внутренней шины CAN, которая вынесена на шинный разъем TBUS, расположенный на задней стороне CPU, и модулей ввода-вывода. На разъем TBUS вынесена также шина питания.

Модуль CPU реализован на базе процессора ARM Cortex A8 1 ГГц и работает под управлением операционной системы LinuxRT. Модуль CPU имеет

2 порта Ethernet (скорость обмена 100 Мб/с), 4 порта RS-485, 2 порта USBhost и 1 порт USBdevice.

Номенклатура устройств из состава АБАК ПЛК исполнения К2 представлена в табл. 9.1.



Рис. 9.2. Контроллер АБАК ПЛК исполнения К2

9.1. Номенклатура модулей АБАК ПЛК исполнения К2

Обозначение модуля	Тип модуля	Описание
K2.CPU.00.00.00	Модуль CPU	2 Ethernet, 4 RS-485, 2 USBhost, USBdevice, μ SD, без резервирования системной шины питания и данных с модулями ввода-вывода
K2.DI.00.16.00	Модуль дискретного ввода DI16	16 каналов, гальваническая изоляция по 2 канала с общим минусом
K2.DO.00.16.00	Модуль дискретного вывода DO16	16 каналов, гальваническая изоляция по 2 канала с общим минусом
K2.AI.00.08.00	Модуль аналогового ввода AI8	8 каналов аналогового ввода (4...20 мА/1...5 В) с поканальным программным переключением типа сигнала 4...20 мА/1...5 В
K2.AO.00.08.00	Модуль аналогового вывода AO8I	8 каналов вывода 4...20 мА, гальваническая изоляция, общий минус
K2.AO.01.08.00	Модуль аналогового вывода AO8U	8 каналов аналогового вывода 1...5 В
K2.FM.00.08.00	Модуль частотно-импульсного ввода FI8	8 каналов частотно-импульсного ввода (до 10 кГц) с поддержкой режима дискретного ввода для каждого из каналов
K2.TM.03.02.00	Терминально-соединительный модуль	Построение CAN шины в топологию «Звезда» или кольцевой схемы резервирования. Перенос сигналов CAN шин с одной DIN-рейки на другую

По выбору Заказчика АБАК ПЛК исполнения К2 могут быть поставлены с одной из сред исполнения CoDeSys 3.5, MasterSCADA 4D или Полигон.

Контроллер АБАК ПЛК исполнения К3 также состоит из модулей центрального процессора (CPU) и набора модулей ввода-вывода. Все модули ввода-вывода подключаются к модулю центрального процессора по шине TBUS-8, установленной на DIN-рейке, и обмениваются данными по дублированной шине CAN [14].

Контроллер АБАК ПЛК исполнения К3 производится в 2 вариантах: с использованием покупных корпусов (рис. 9.3, а) и с использованием корпуса российского производства собственной разработки НИЦ «Инкомсистем» (рис. 9.3, б).



а)



б)

Рис. 9.3. Контроллер АБАК ПЛК исполнения К3:

а – с использованием покупных корпусов;

б – с использованием корпуса собственной разработки

Корпус российского производства имеет ряд преимуществ:

- Материал корпуса не горюч, повышена стойкость к воздействию щелочей, электролита, слабых кислот, растворов солей и неполярных растворителей.
- Увеличено число используемых выводных разъемов.
- Улучшено пассивное охлаждение электронных компонентов.
- Удобно располагать разъемы в заглушках.
- Унифицированное исполнение корпуса позволяет использовать совместимые изделия.

Тип используемого корпуса закодирован в наименовании модуля (первая цифра 0 – выполненный в покупном корпусе или 1 – выполненный в корпусе собственного производства), например:

К3.CPU.**00**.00.00 – Модуль CPU,
выполненный в покупном корпусе (код **00**);

К3.CPU.**10**.00.00, К3.CPU.**11**.00.00 – Модули CPU,
выполненные в корпусе собственного производства (код **10** или **11**).

Каждый модуль ПЛК изготавливается в цельном корпусе со съемными клеммными колодками с одной или двух сторон, разъемами на передней стороне и 8-контактным шинным разъемом TBUS-8, расположенным на задней стороне модуля. Шинные соединители, в свою очередь, имеют 8-контактные разъемы для подключения друг к другу. Соединенные между собой шинные соединители образуют общую шину питания и передачи данных.

Все клеммные колодки могут быть отключены от модуля ПЛК без отключения проводов, сам модуль устанавливается на шину TBUS-8 и защелкивается на DIN-рейке.

Номенклатура модулей из состава АБАК ПЛК исполнения К3 представлена в табл. 9.2.

9.2. Номенклатура модулей АБАК ПЛК исполнения К3

Обозначение модуля	Тип модуля	Описание
К3.CPU. 00 .00.00	Модуль CPU	ARM Cortex 1 GHz, 512 MiB RAM, 4 GiB Flash. Интерфейсы: Ethernet – 3 шт., RS-485 – 4 шт., USB Host (Type A) – 4 шт., USB device (Type C), слот для microSD. Поддерживается резервирование и «горячая» замена, пассивное охлаждение

Обозначение модуля	Тип модуля	Описание
K3.CPU.10.00.00	Модуль CPU	ARM Cortex 1 GHz, 512 MiB RAM, 4 GiB Flash. Интерфейсы: Ethernet – 3 шт., RS-485 – 4 шт., USB Host (Type A) – 4 шт., USB device (Type C), слот для microSD. Поддерживается резервирование и «горячая» замена, пассивное охлаждение
K3.CPU.11.00.00	Модуль CPU	ARM Cortex 1,4 GHz, 4 GiB RAM, 64 GiB Flash. Интерфейсы: Ethernet – 4 шт., RS-485 – 4 шт., USB Host (Type A) – 3 шт., USB device (Type C), слот для microSD. Поддерживается резервирование и «горячая» замена, пассивное охлаждение
K3.PM.01.00.00	Модули питания	Обеспечение электропитанием модуля CPU K3.CPU.00.00.00.
K3.TM.01.00.00 K3.TM.02.00.00 K3.TM.11.00.00 K3.TM.12.00.00	Модули терминально-соединительные	Обеспечение электропитанием 24 В DC всех модулей, находящиеся на текущей шине TBUS-8 (объединенные одной DIN-рейкой). Перенос сигналов CAN-шин с одной DIN-рейки на другую
K3.TM.02.00.01		Для резервированных систем ПАЗ обеспечивает электропитанием 24 В DC все модули, находящиеся на текущей шине TBUS-8 (объединенные одной DIN-рейкой). Перенос сигналов CAN-шин с одной DIN-рейки на другую
K3.IM.01.00.00	Модули расширения интерфейсных портов	Ethernet – 1 шт., RS-485 – 4 шт., USB Host (Type A) – 2 шт., USB device (Type B) – 2 шт.
K3.IM.11.00.00		Ethernet – 1 шт., RS-485 – 4 шт., USB Host (Type A) – 2 шт., USB device (Type C) – 2 шт.
K3.IM.12.00.00		Модуль с поддержкой Profibus, содержит 4 порта для подключения сети Profibus, USB device (Type C) – 2 шт.
K3.DI.00.16.00 K3.DI.10.16.00	Модуль дискретного ввода	16 изолированных каналов дискретного вывода постоянного тока, резервированная системная шина, контроль цепей
K3.DO.00.16.00 K3.DO.10.16.00	Модуль дискретного вывода	16 каналов, гальваническая изоляция по 2 канала с общим минусом
K3.DO.00.16.01	Модуль дискретного вывода	16 изолированных каналов дискретного вывода постоянного тока, резервированная системная шина, контроль цепей, ПАЗ
K3.AI.00.08.00 K3.AI.10.08.00	Модуль аналогового ввода	8 каналов аналогового ввода (4...20 мА/1...5 В) с поканальным программным переключением типа сигнала 4...20 мА/1...5 В, резервированная системная шина, поддержка протокола HART/Колибри
K3.AI.04.16.00 K3.AI.14.16.00	Модуль аналогового ввода	16 каналов, ток 0...20 мА, напряжение 0...10 В, гальваническая изоляция от шины, общий минус, резервированная системная шина

Обозначение модуля	Тип модуля	Описание
К3.АI.02.08.00 К3.АI.12.08.00	Модули аналогового ввода сигналов термосопротивлений	8 каналов, гальваническая изоляция от шины, резервированная системная шина
К3.АI.03.08.00 К3.АI.13.08.00	Модули аналогового ввода сигналов термопар	8 каналов, гальваническая изоляция от шины, резервированная системная шина
К3.АО.00.04.00	Модуль аналогового вывода	4 канала с поканальной гальванической изоляцией, ток 4...20 мА, резервированная системная шина, поддержка протокола HART/Колибри, активные выходы, контроль цепей (обрыв, КЗ)
К3.АО.01.08.00	Модуль аналогового вывода	8 каналов, напряжение 0...10 В, гальваническая изоляция от шины, общий минус, резервированная системная шина, активные выходы
К3.АО.04.08.00 К3.АО.14.08.00	Модуль аналогового вывода	8 каналов, ток 0...20 мА, гальваническая изоляция от шины, общий минус, резервированная системная шина, активные выходы, контроль цепей (обрыв, КЗ)
К3.FM.01.08.00	Модули функциональные	8 каналов, групповая гальваническая изоляция, резервированная системная шина, контроль цепей
К3.FM.12.08.00	Модули частотно-импульсного ввода	8 каналов частотно-импульсного ввода с поканальной гальванической изоляцией, резервированная системная шина, контроль цепей

Программирование АБАК ПЛК исполнения К3 осуществляется с помощью CoDeSys 3.5, MasterSCADA 4D или Полигон на языках стандарта МЭК-61131-3. Выбор соответствующей среды исполнения определяется при заказе ПЛК.

Преимущества оборудования «АБАК»:

- современные, высокотехнологичные решения;
- собственное, полностью российское производство;
- 6 лет заводской гарантии;
- 100% входной и выходной контроль;
- операционный контроль и выходные испытания каждой единицы продукции;
- сертификация производства и всей выпускаемой продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии рассмотрены архитектура и состав современных промышленных программируемых логических контроллеров, используемых в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Приводятся конкретные модели программируемых логических контроллеров различных отечественных и зарубежных фирм производителей, представленных на отечественном рынке.

Рассматриваются преимущества и недостатки различных моделей программируемых логических контроллеров.

Авторы надеются, что учебное пособие создаст запас знаний у студентов, который будет полезен в их дальнейшей профессиональной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программирование контроллеров для АСУ и мехатронных систем : учебное пособие / И. А. Елизаров, П. В. Балабанов, В. Н. Назаров и др. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. – 81 с.
2. Энциклопедия АСУТП [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.bookasutp.ru/>
3. Петров, И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И. В. Петров – М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 296 с.
4. Тимошин, В. ПЛК и системы распределенного ввода CREVIS для замены западных аналогов [Электронный ресурс] / В. Тимошин. – URL : <https://controleng.ru/plk/crevis/?ysclid=m1pbbsnhk8804844472>
5. Каталог ПЛК и систем ввода-вывода: G-серия. 2024R-G1 [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.crevis.ru/files/catalogs>
6. Crevis. Серия M. Контроллеры и распределенные системы ввода/вывода для отказоустойчивых и АСУ ТП. Каталог. 2024R-G01 [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.crevis.ru/files/catalogs>
7. Новейшие ПЛК XINJE серии XSF с высокопроизводительной системой ввода-вывода [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.plcsystems.ru/news/vysokoproizvoditelnaya-sistema-vvoda-vyvoda-xinje-serii-xf/?ysclid=m1pfqbzjoh383897655>
8. Локотков, А. Fastwel I/O: развитие продуктовой линейки / А. Локотков // Современные технологии автоматизации. – 2014. – Ч. 1, № 3.
9. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) Fastwel I/O. Каталог-2024 [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.fastwel.ru/products/fastwel-plc/fastwel-io/>
10. Сергиенко, Н. Эволюция FASTWEL I/O: прежние достоинства, новые возможности / Н. Сергиенко // Современные технологии автоматизации. – 2020. – № 2.
11. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) Fastwel F800. Каталог-2024 [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.fastwel.ru/products/fastwel-plc/f800/>
12. NLScon-RSB. Программируемый логический контроллер. Серия NLS. Руководство по эксплуатации. НИЛ АП, 2025. – 42 с.
13. Контроллеры программируемые логические «АБАК ПЛК». Руководство по эксплуатации. ИнКС.425270.004 РЭ. Ч. 1. Руководство по эксплуатации (исполнение К2). Научно-инженерный центр ИНКОМСИСТЕМ, 2024. – 62 с.
14. Контроллеры программируемые логические «АБАК ПЛК». Руководство по эксплуатации. ИнКС.425270.004 РЭ. Ч. 2. Руководство по эксплуатации (исполнение К3), Научно-инженерный центр ИНКОМСИСТЕМ, 2024. – 141 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРАХ	5
1.1. Понятие и архитектура ПЛК	5
1.2. Рабочий цикл ПЛК	10
1.3. Краткий обзор производителей ПЛК	11
2. КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ CREVIS	17
2.1. Контроллеры и модули линейки G	17
2.2. Контроллеры и модули линейки M	27
3. КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ DELTA ELECTRONICS	36
3.1. Серия DVP	36
3.2. Серия AS	39
3.3. Серия AH	41
3.4. Серия AX-3	43
4. КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ XINJE	46
4.1. Серия XD	46
4.2. Серия XL	50
4.3. Серия XG2/XS3	53
4.4. Серия XSF	54
5. КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ ОВЕН	56
5.1. Линейка ОВЕН ПЛК110/160	56
5.2. Линейка ОВЕН ПЛК200/210	58
5.3. Линейка ОВЕН СПК210	61
6. КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ FASTWEL	62
6.1. Серия FASTWEL I/O	62
6.2. Серия FASTWEL F800	66
7. КОНТРОЛЛЕРЫ RealLab!	70
7.1. Серия NLScon-RSB	71
7.2. Серия NLScon-A40	74
7.3. Модули ввода-вывода серии NLS	75
8. КОНТРОЛЛЕРЫ OPTIMUS DRIVE	78
8.1. Контроллеры серий AC/AT/AH	78
8.2. Контроллеры серий C/T/H	80
8.3. Контроллеры серии MX300	82
9. КОНТРОЛЛЕРЫ ПРОИЗВОДСТВА НИЦ «ИНКОМСИСТЕМ»	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	95

Учебное электронное издание

ЕЛИЗАРОВ Игорь Александрович
НАЗАРОВ Виктор Николаевич
ПОГОНИН Василий Александрович
ТРЕТЬЯКОВ Александр Александрович

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

В ТРЕХ ЧАСТЯХ

ЧАСТЬ 3

ПРОГРАММНО-ЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Учебное пособие

Редактор Л. В. Комбарова
Графический и мультимедийный дизайнер Т. Ю. Зотова
Обложка, тиражирование, упаковка Л. В. Комбаровой

ISBN 978-5-8265-2931-7



Подписано к использованию 20.08.2025.
Тираж 50 шт. Заказ № 94

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106/5,
помещение 2, к. 14
Телефон (4752) 63-81-08
E-mail: izdatelstvo@tstu.ru