



**КЭАЗ**

ОСНОВАН В 1945

# КАТАЛОГ ПРОДУКТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ



произведено  
в России



Вы держите в руках каталог направления продуктов промышленной автоматизации КЭАЗ - Курского электроаппаратного завода - ведущего отечественного разработчика и производителя надежной электротехники.


Завод расположен в Курске и с 1945 года выпускает низковольтную и высоковольтную аппаратуру.

НАДЕЖНОСТЬ БЕЗ КОМПРОМИССОВ - главное качество продукции КЭАЗ. Именно ее ценят клиенты и партнеры компании: наши аппараты защищают энергосистемы объектов МО РФ, промышленных гигантов, морских судов, ТЭЦ, АЭС, МРСК, кораблей и подводных лодок ВМФ РФ, подвижных составов РЖД и метрополитена.

В 2018 году КЭАЗ начал сотрудничество с компанией НТО «Терси - КБ», имеющей 20-летний опыт в разработке, производстве и внедрении систем автоматизации. Научно-техническое общество «Терси – КБ» специализируется на разработке решений для систем автоматизации нефтяной, газовой и химической промышленности, сетей тепло-, водо-и газоснабжения, энергораспределительных систем и других производств с непрерывным технологическим циклом.

Представленные в данном каталоге продукты по совместным брендам «КЭАЗ-ТЕРСИ» позволяют разрабатывать и эффективно эксплуатировать все уровни современной АСУ ТП, от технологических контроллеров и блоков ввода-вывода до автоматизированных рабочих мест оператора.

Мы постоянно развиваемся, совершенствуя продукты и сервис, чтобы стать надежной опорой энергобезопасности России и гарантом ее стабильности.

 произведено  
в России



# СОДЕРЖАНИЕ

ПТК КАСКАД-САУ.....	3
Программируемые контроллеры ВСЕ-5 .....	5
Блоки ввода-вывода серии PLC4 .....	12
Блок аналогового ввода BAD-8 .....	13
Блок аналогового вывода BAO-8 .....	15
Блок счетчиков импульсов BIC-4 .....	17
Блок дискретного ввода BID-14 .....	18
Блок дискретного вывода BOD-14 .....	19
Блок дискретного вывода BOD-7 .....	20
Блок ШИМ BOP-6 .....	21
Блок аналогового ввода BRT-4 .....	22
Блок аналогового ввода BTT-4 .....	23
Блоки коммуникационные .....	24
Блоки связи и защиты .....	25
Блоки преобразования интерфейсов .....	26
Устройства резервирования .....	27
Блок управления краном BCV-1.....	33
SCADA Каскад-САУ .....	36
Технические характеристики Каскад-САУ .....	37
Среда исполнения Каскад-САУ .....	41
Глоссарий.....	43

## ПТК КАСКАД-САУ

Программно-технический комплекс Каскад-САУ предназначен для создания высоконадёжных систем АСУ ТП сложных производств с непрерывным циклом работы.

Разработка комплекса Каскад-САУ была начата на предприятии НТО «Терси» в 1996. Исходя из назначения, в комплексе изначально были реализованы такие возможности, как использование операционных систем реального времени, резервирование компонентов, многопользовательская среда разработки и отображения данных и другие, характерные для развитых систем автоматизации.

В настоящее время комплекс представляет собой совокупность полнофункциональной SCADA-системы, программируемых контроллеров и блоков ввода-вывода, необходимых для работы с полевыми сигналами, а также поддержки резервирования и других возможностей комплекса.

Возможности комплекса позволяют использовать его для разработки и эксплуатации всех уровней АСУ ТП, от технологических контроллеров и блоков ввода-вывода до автоматизированных рабочих мест оператора. Гибкая архитектура комплекса дает возможность сочетать централизованную и распределенную системы ввода-вывода данных, применять резервирование блоков ввода-вывода, процессорных блоков, серверов, АРМ и линий связи.

Программно-технический комплекс Каскад-САУ зарегистрирован в Госреестре СИ и имеет разрешение на право применения оборудования, сертификат об утверждении типа средств измерений.



### Системы автоматизации на основе комплекса Каскад-САУ

Системы на основе комплекса Каскад-САУ предназначены для применения в области автоматизации технологических процессов, технического и коммерческого учета газа, электрической энергии и мощности на объектах различных отраслей промышленности.



Автоматизированные рабочие места предназначены для отображения измеряемых, контролируемых и расчетных параметров технологического процесса, а также дистанционного регулирования и управления технологическим процессом. Серверы предназначены для хранения программной конфигурации системы, статических массивов базы данных, ретроспективной информации о параметрах технологического процесса, обеспечения связи и заданного регламента взаимодействия оборудования верхнего уровня с КП.

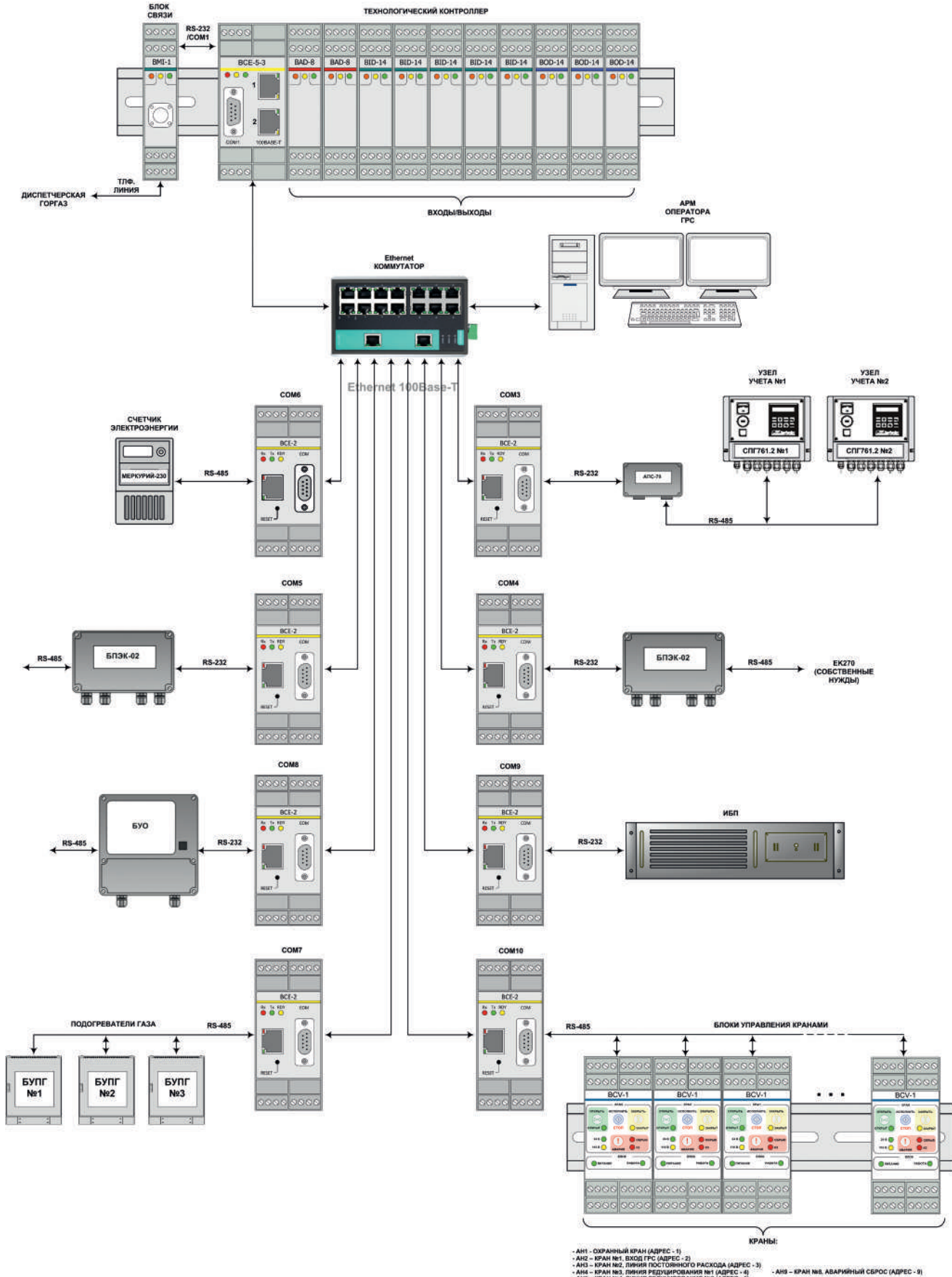
Системы автоматизации являются проектно-компонуемым изделиями. Типовые системы автоматизации, построенные на основе комплекса, имеют до трех уровней иерархии:

- датчики, сигнализаторы и исполнительные устройства объекта управления;
- контролируемые пункты;
- автоматизированные рабочие места и серверы.

Контролируемые пункты предназначены для выполнения следующих функций:

- измерение параметров технологического процесса по сигналам от датчиков;
- обработка входных параметров, вычисление расчетных параметров;
- выдача сигналов регулирования и управления технологическим процессом;
- передача информации по параметрам технологического процесса в другие КП и на верхний уровень.

Программно-технический комплекс Каскад-САУ предназначен для автоматизации систем с большим количеством объектов управления. В общем случае предполагается, что каждый объект управляется своим контроллером, имеет АРМ оператора, отображающий данные контроллера, и свой собственный архив. В качестве примера приведена типовая схема автоматизации ГРС, которая успешно и безаварийно функционирует на целом ряде объектов уже порядка 15-ти лет.



## Программируемые контроллеры ВСЕ-5



Программируемые контроллеры ВСЕ-5 предназначены для создания систем автоматизированного управления, мониторинга и диспетчеризации объектов в различных областях промышленности, энергетики, жилищно-коммунального и сельского хозяйства. Контроллеры предназначены для использования как в составе распределенных систем сбора данных, так и в качестве самостоятельного решения для систем управления. Ввод-вывод данных на контроллерах выполняется с помощью блоков ввода-вывода серии PLC4 и интерфейсов RS-232, RS-485 и Ethernet. В контроллеры встроены драйверы широкого спектра устройств и стандартных протоколов: Modbus, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101/104, SNMP и др. Логика работы контроллера, конфигурация подключенных устройств ввода-вывода и протоколов передачи данных определяется пользователем в процессе программирования.

### Отличительные особенности

- ввод-вывод через блоки серии PLC4;
- «горячая» замена блоков ввода-вывода PLC4;
- поддержка протоколов Modbus (Master, Slave), ГОСТ Р МЭК 60870-5-101/104 (Master, Slave);
- встроенные драйверы устройств Меркурий 230, ПСЧ-3А, СЭБ-2А, СПТ961, СПГ761, Супер-Флоу и других;
- цикл ввода-вывода и исполнения программ от 20 мс;
- программирование на языках IEC 61131-3;
- обновление программ пользователя «на лету»;
- наличие энергонезависимой памяти;
- часы реального времени с поддержкой синхронизации по протоколу SNTP;
- сторожевой таймер (Watchdog);
- температурный диапазон от -40 до +50 °С.

### Состав серии

Наименование	Тип	Характеристики
ВСЕ-5-2	Контроллер программируемый логический	ARM9 180 МГц, SDRAM 64 Мб, энергонезависимая память SRAM 256 Кбайт, microSD, 1xRS-232, 1xRS-485 (гальваническая изоляция), 2x10/100Base-T, встроенный коммутатор Ethernet, ввод-вывод через блоки PLC4, RS-232, RS-485, Ethernet, Modbus TCP, Modbus RTU, программирование IEC 61131-3, от -40 до +50 °С, DIN-рейка.
ВСЕ-5-3	Контроллер программируемый логический	ARM9 180 МГц, SDRAM 64 Мб, энергонезависимая память SRAM 256 Кбайт, microSD, 1xI/O, 1xRS-232, 1xRS-485 (гальваническая изоляция), 2x10/100Base-T, встроенный коммутатор Ethernet, ввод-вывод через блоки PLC4, RS-232, RS-485, Ethernet, Modbus TCP, Modbus RTU, программирование IEC 61131-3, от -40 до +50 °С, DIN-рейка.

В исполнениях ВСЕ-5-2 и ВСЕ-5-3 контроллер имеет встроенный 2-портовый коммутатор Ethernet. В этих исполнениях контроллер может быть подключен к сети Ethernet с использованием следующих топологий: - точка-точка; - звезда; - шлейф; - кольцо.

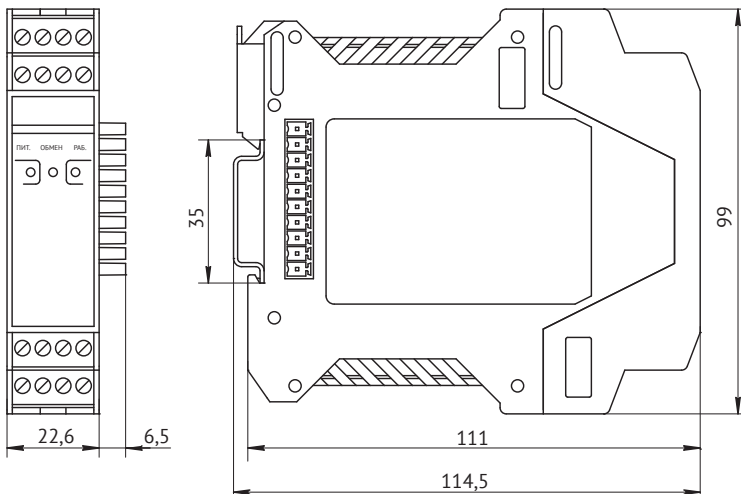
### Функциональные возможности

- встроенный коммутатор Ethernet;
- ввод-вывод через блоки серии PLC4, порты RS-232, RS-485 и Ethernet;
- боковой разъем корпуса для подключения 15 блоков ввода-вывода PLC4 и подачи на них питания 24 В;
- порт I/O для подключения линеек блоков ввода-вывода PLC4;
- подключение до 240 блоков ввода-вывода PLC4;
- «горячая» замена блоков ввода-вывода PLC4;
- поддержка протоколов Modbus (Master, Slave), ГОСТ Р МЭК 60870-5-101/104 (Master, Slave);
- поддержка HMI-панелей сторонних производителей;
- поддержка 4-х строчного терминала с цифровой клавиатурой;
- цикл ввода-вывода и исполнения программ от 20 мс;
- поддержка пользовательских программ обработки данных;
- программирование на языках стандарта IEC 61131-3;
- обновление программ пользователя без перезагрузки контроллера;
- наличие энергонезависимой памяти для сохранения состояния;
- поддержка «теплого старта»;
- часы реального времени с поддержкой синхронизации по протоколу SNTP;
- сторожевой таймер (Watchdog);
- пластмассовый корпус с креплением на DIN-рейку.

## Основные технические характеристики

- микропроцессор: 32-х разрядный, 180 МГц, на базе ядра ARM9;
- оперативная память (SDRAM): 64 Мбайт;
- энергонезависимая память для значений переменных (SRAM): 256 Кбайт;
- слот для карт памяти: microSD, microSD HC;
- поддерживаемые карты памяти: до 8 Гбайт;
- количество портов Ethernet: 1 (2);
- модификация Ethernet: 10/100BaseT, Auto-MDI/MDI-X;
- количество портов RS-232: 1;
- количество портов RS-485: 1;
- количество подключаемых блоков PLC4: до 240;
- скорость обмена по шине PLC4: 300 Кбит/с;
- время опроса линейки блоков PLC4: 10-50 мс;
- операционная система: OCPB eCos;
- управляющая программа: Среда исполнения Каскад-CAU;
- память программ пользователя: до 16 Мбайт;
- поддерживаемые языки программирования: IEC 61131-3 (FBD, ST);
- средняя скорость исполнения программ: 300000 команд/с;
- поддерживаемые протоколы: Modbus RTU (Master, Slave), Modbus TCP (Master, Slave, Gateway), Modbus ASCII (Master, Slave), SNMP (менеджер), ISO 1745 (Master), ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 (Master, Slave), ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 (Master, Slave);
- поддерживаемые устройства: APC Smart-UPS (RS-232, Ethernet), Меркурий 230, ПСЧ-3ТА, ПСЧ-3А, СЭБ-2А, СЕ102М, СЕ201, СЕ208, СЕ300, СЕ201, СЕ302, СЕ303, СЕ304, СПТ961, СПТ961М, СПТ961.1, СПГ761, СуперФлоу-ИЕ, СуперФлоу-21В, GPS, ГЛОНАСС, GSM-модем (прием и отправка SMS);
- встроенные сервисы: Telnet-сервер, TFTP-сервер, NTP-клиент, Web-консоль;
- напряжение питания: 22-26 В;
- ток потребления, не более: 150 мА;
- габаритные размеры: 99x114x45 мм;
- масса, не более: 200 г;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
- степень защиты корпуса: IP20;
- способ монтажа: DIN-рейка 35 мм;
- срок службы: не менее 10 лет.

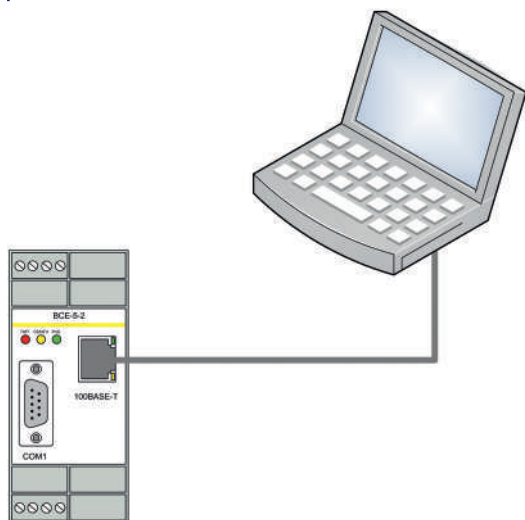
## Габаритные размеры



## Схемы подключения

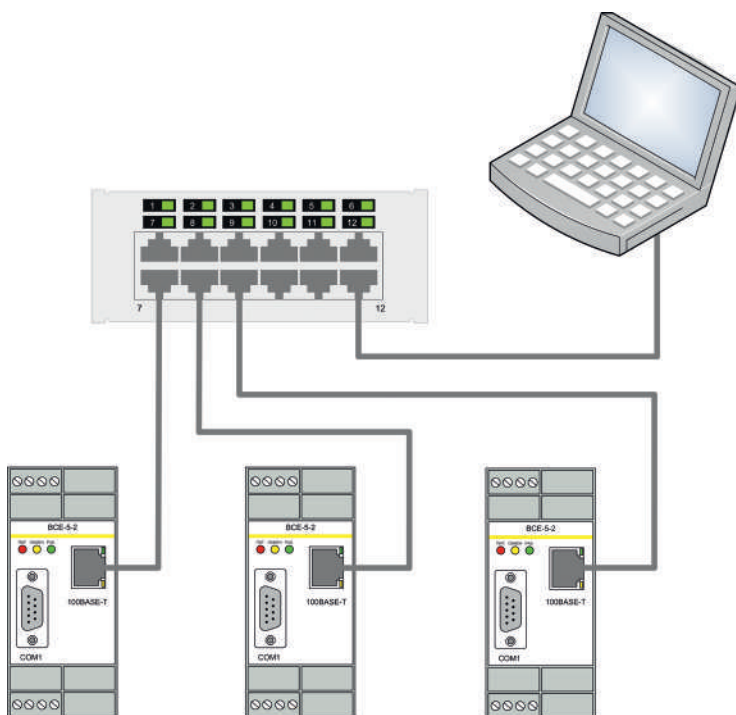
### Подключение контроллера при топологии «точка-точка»

При топологии «точка-точка» контроллер подключается непосредственно к ведущему устройству (компьютер, ноутбук, другой контроллер).



### Подключение контроллеров при топологии «звезда»

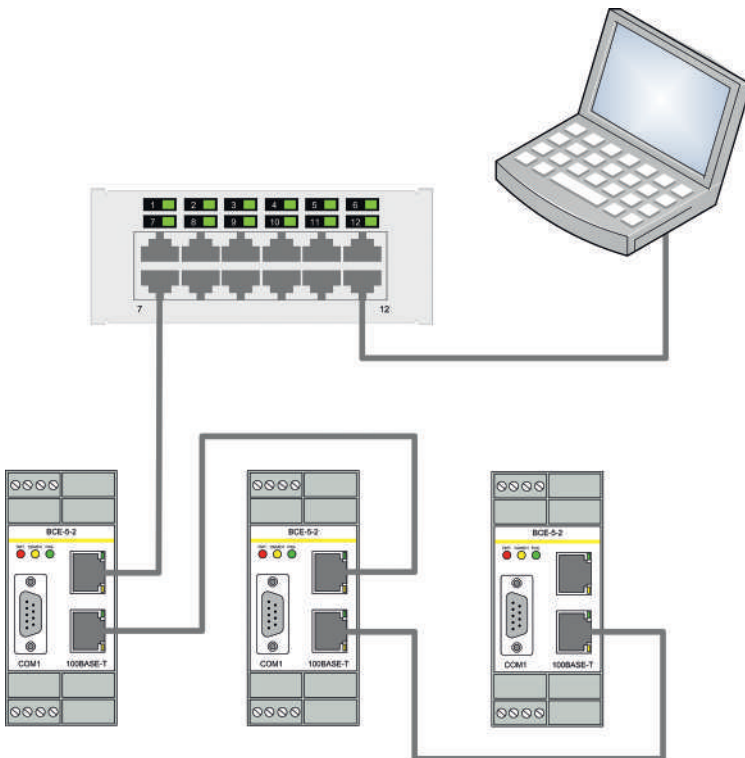
При топологии «звезда» несколько контроллеров подключаются к внешнему коммутатору. Ведущее устройство подключается к этому же коммутатору.





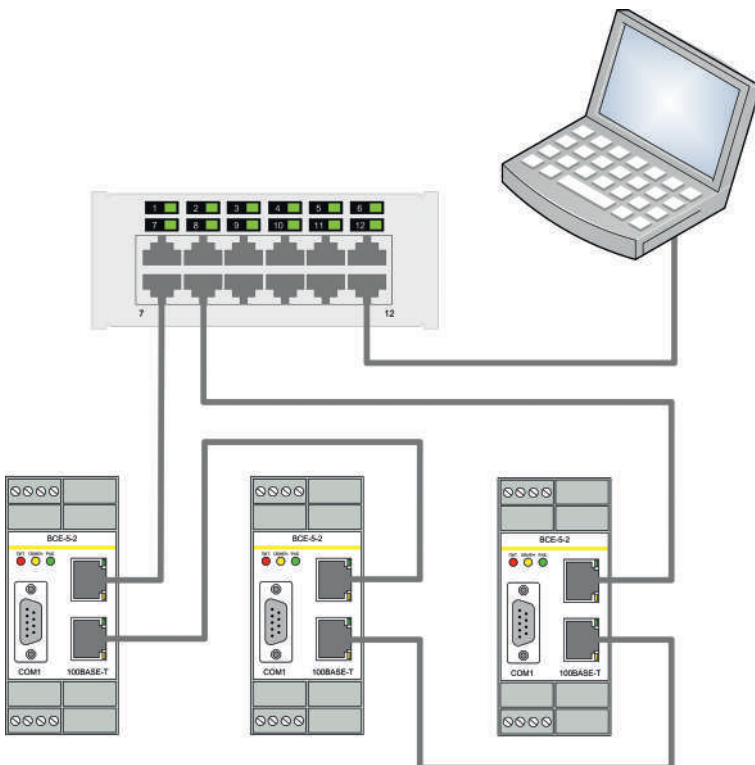
### Подключение контроллеров при топологии «шлейф»

При топологии «шлейф» к внешнему коммутатору подключается только первый контроллер. Остальные контроллеры подключаются друг к другу. Никаких дополнительных коммутаторов между контроллерами устанавливать не требуется.



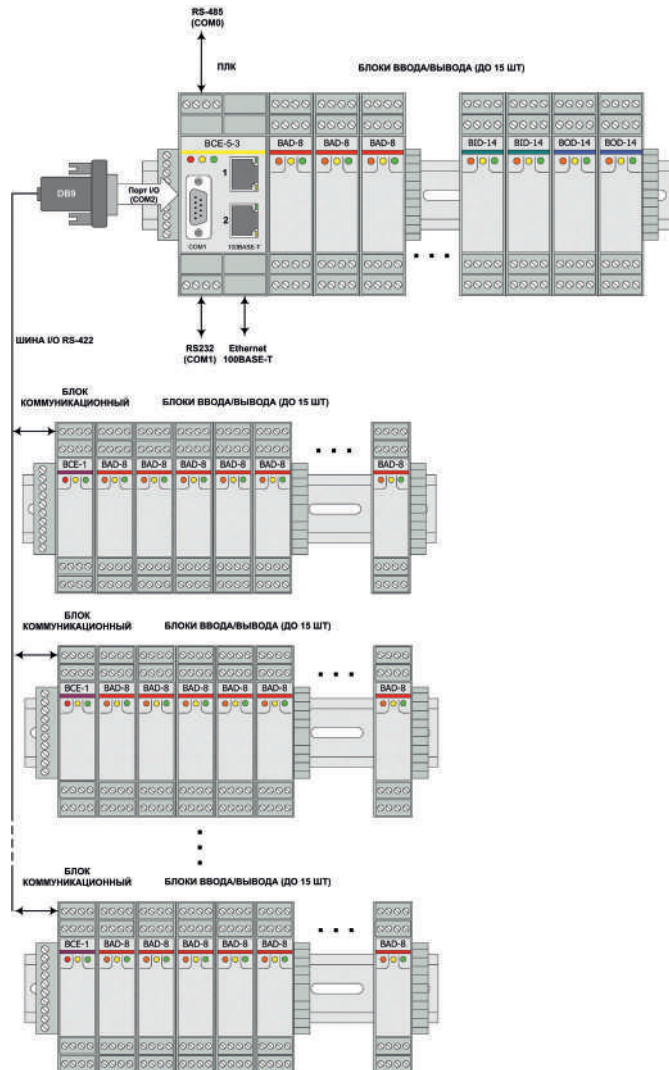
### Подключение контроллеров при топологии «кольцо»

При подключении контроллеров к сети при топологии «кольцо» первый и последний контроллеры подключаются к одному внешнему коммутатору. Кольцевая топология обеспечивает резервирование: при одиночном нарушении в любой точке кольца сегменты сети с обеих сторон разрыва продолжат работу в качестве отдельных шлейфов. **Подключение допускается только при использовании внешнего коммутатора с поддержкой технологии Hyper-ring или STP.**



### Пример подключения блоков ввода-вывода к контроллеру

Контроллер выполняет ввод данных оборудования и передачу команд управления на исполнительные механизмы через подключаемые устройства ввода-вывода: блоки ввода-вывода серии PLC4, подключаются к боковому разъему и порту I/O контроллера; устройства с цифровым интерфейсом связи, подключаются к интерфейсам RS-232, RS-485 и Ethernet контроллера. Контроллер не имеет каналов ввода-вывода, встроенных непосредственно в блок контроллера.



## Программирование

Программирование контроллеров осуществляется на языках стандарта IEC 61131-3 с помощью удобной среды разработки со встроенными инструментами отладки программ. Для программирования доступен большой выбор встроенных функций и блоков:

- математические функции;
- битовая и булева логика;
- счетчики, триггеры, таймеры;
- функции по работе с датой и временем;
- функции газовых расчетов по ГОСТ 8.8.586.X-2005;
- функции газовых расчетов по ГОСТ 30319.2-96.

## Ввод-вывод

Ввод-вывод аналоговых и дискретных сигналов выполняется через блоки серии PLC4. Блоки PLC4 подключаются непосредственно к боковому разъему контроллера или к специализированному порту I/O с помощью блока коммуникационного ВСЕ-1. Допускается подключение до 15 блоков одного или разных типов к боковому разъему и до 15 линеек по 15 блоков к порту I/O. Питание на блоки ввода-вывода подается через боковой разъем контроллера.

Максимальное количество каналов на один контроллер составляет:

- каналы аналогового ввода: до 1920;
- каналы аналогового вывода: до 1920;
- каналы дискретного ввода: до 3360;
- каналы дискретного вывода: до 3360;
- каналы счетчиков импульсов: до 960;
- каналы термопар: до 960;
- каналы ШИМ: до 1440.

## Поддерживаемое оборудование

Контроллер имеет встроенные драйверы для ввода-вывода данных следующих устройств:

- устройства с поддержкой протокола Modbus RTU;
- устройства с поддержкой протокола Modbus TCP;
- устройства с поддержкой протокола Modbus ASCII;
- устройства с поддержкой протокола SNMP;
- устройства с поддержкой протокола ISO 1745;
- источники бесперебойного питания APC Smart-UPS (RS-232, Ethernet);
- счетчики электрической энергии Меркурий 230, ПСЧ-3ТА, ПСЧ-3А, СЭБ-2А, СЕ102М, СЕ201, СЕ208, СЕ300, СЕ201, СЕ302, СЕ303, СЕ304;
- тепловычислители СПТ961, СПТ961М, СПТ961.1;
- корректоры объема газа СПГ761, СуперФлоу-ИЕ, СуперФлоу-21В;
- охранно-пожарные системы Рубеж, С2000М;
- навигационные приемники GPS, ГЛОНАСС;
- GSM-модемы (прием и отправка SMS-сообщений).

Список поддерживаемых устройств постоянно расширяется по мере выхода обновлений ПО.

Контроллер имеет встроенный драйвер виртуальных COM-портов. Используя преобразователь интерфейсов RS-232 в Ethernet, например, ВСЕ-2 или MOXA NPort, количество портов контроллера для подключения устройств с интерфейсом связи RS-232 и RS-485 можно увеличить до 30.

## Совместимость со SCADA системами

Контроллер совместим с любыми SCADA системами, поддерживающими ввод-вывод данных по следующим протоколам:

- Modbus RTU;
- Modbus TCP;
- Modbus ASCII;
- ГОСТ Р МЭК 60870-5-101;
- ГОСТ Р МЭК 60870-5-104.

## Программное обеспечение

Контроллер работает под управлением встроенной операционной системы реального времени. Логику работы контроллера обеспечивает среда исполнения Каскад-САУ 4.0 производства ООО НТО «Терси-КБ».

Для конфигурирования устройств ввода-вывода и алгоритмов обработки данных контроллера используется среда разработки Каскад-САУ 4.0. Среда разработки работает под управлением операционной системы Windows.

Среда разработки Каскад-САУ 4.0 на 100 точек ввода-вывода поставляется бесплатно в комплекте поставки контроллера. Для использования контроллера с большим количеством точек требуется приобретение дополнительной лицензии.

## Блоки ввода-вывода серии PLC4



Блоки ввода-вывода серии PLC4 предназначены для подключения к программируемым контроллерам в качестве устройств ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов.

### Конструктивное исполнение

Блоки ввода-вывода серии PLC4 объединяются в линейки. Одна линейка может содержать до 15 блоков одного или разных типов.

Количество каналов ввода-вывода одной линейки блоков серии PLC4 может достигать следующих значений:

- каналы дискретного ввода: до 210;
- каналы дискретного вывода: до 210;
- каналы аналогового ввода: до 120;
- каналы аналоговый вывод: до 120;
- каналы счётчиков импульсов: до 60;
- каналы термодатчиков: до 60;
- каналы ШИМ: до 90.

Соединение блоков ввода-вывода между собой обеспечивается конструкцией корпуса. Блоки входят разъемами один в другой, образуя линейку с единой внутренней шиной. К крайнему левому блоку подключается внешний разъем питания. Адрес каждого блока на внутренней шине является уникальным и задается перемычками на плате блока.

Исполнение блоков серии PLC4 предусматривает монтаж на DIN-рейку. Для подключения внешних входных и выходных сигналов все блоки имеют съемные клеммные колодки, что позволяет быстро заменять блоки в случае их неисправности.

Блоки серии PLC4 имеют расширенный диапазон рабочих температур - от минус 40 до плюс 50 °С.

### Подключение к контроллеру

При использовании совместно с программируемыми контроллерами ВСЕ-5 линейка блоков ввода-вывода подключается непосредственно к боковому разъему контроллера.

Для подключения блоков ввода-вывода к программируемым контроллерам ВСЕ-5-3 также используется блок коммуникационный ВСЕ-1.

Подключение блоков ввода-вывода к контроллерам сторонних производителей производится с помощью блока коммуникационного ВСЕ-3.

## Состав серии

Наименование	Тип	Назначение
BAD-8	Блок аналогового ввода	8 каналов ввода аналоговых сигналов 4-20 мА
BAD-8-1	Блок аналогового ввода	8 каналов ввода аналоговых сигналов 0-5 В
BAD-8-2	Блок аналогового ввода	8 каналов ввода аналоговых сигналов 0-10 В
BAD-8-3	Блок аналогового ввода	8 каналов ввода аналоговых сигналов 0-5 мА
BRT-4	Блок аналогового ввода	4 канала ввода аналоговых сигналов от термопреобразователей сопротивления
ВТТ-4	Блок аналогового ввода	4 канала ввода аналоговых сигналов от термодатчиков
BAO-8	Блок аналогового вывода	8 каналов вывода аналоговых сигналов 4-20 мА
BAO-8-1	Блок аналогового вывода	8 каналов вывода аналоговых сигналов 4-20 мА, поддержка резервирования
VID-14	Блок дискретного ввода	14 каналов ввода дискретных сигналов 0-30 В
ВКС-4	Блок счетчиков импульсов	4 канала ввода импульсных сигналов, 16 бит, 0-30 В, 5 кГц
BOD-14	Блок дискретного вывода	14 каналов вывода дискретных сигналов 5-30 В, 500 мА
BOD-7	Блок дискретного вывода	7 каналов релейного вывода 250 В, 6 А
ВОР-6	Блок вывода сигналов ШИМ	6 программируемых каналов ШИМ 0,4-100 Гц, длительность импульсов от 10 мс до 2,55 с; 14 каналов вывода дискретных сигналов 5-30 В, 500 мА
ВОР-6-1	Блок вывода сигналов ШИМ	6 программируемых каналов ШИМ 0,15-5000 Гц, длительность импульсов от 100 мкс до 6,55 с

## Блок аналогового ввода BAD-8



Блок BAD-8 предназначен для работы в составе систем промышленной автоматики в качестве устройства ввода аналоговых сигналов. Функцией блока является преобразование аналоговых сигналов в цифровой код и передача полученных данных в базовый блок.

### Варианты исполнения

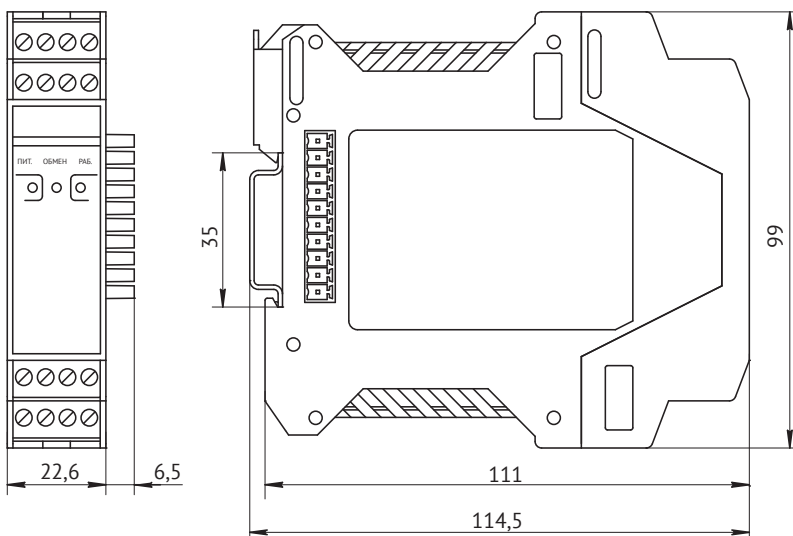
В зависимости от исполнения блок может иметь следующие типы каналов ввода:

- BAD-8 - 8 каналов ввода аналогового сигнала 4-20 мА
- BAD-8-1 - 8 каналов ввода аналогового сигнала 0-5 В
- BAD-8-2 - 8 каналов ввода аналогового сигнала 0-10 В
- BAD-8-3 - 8 каналов ввода аналогового сигнала 0-5 мА

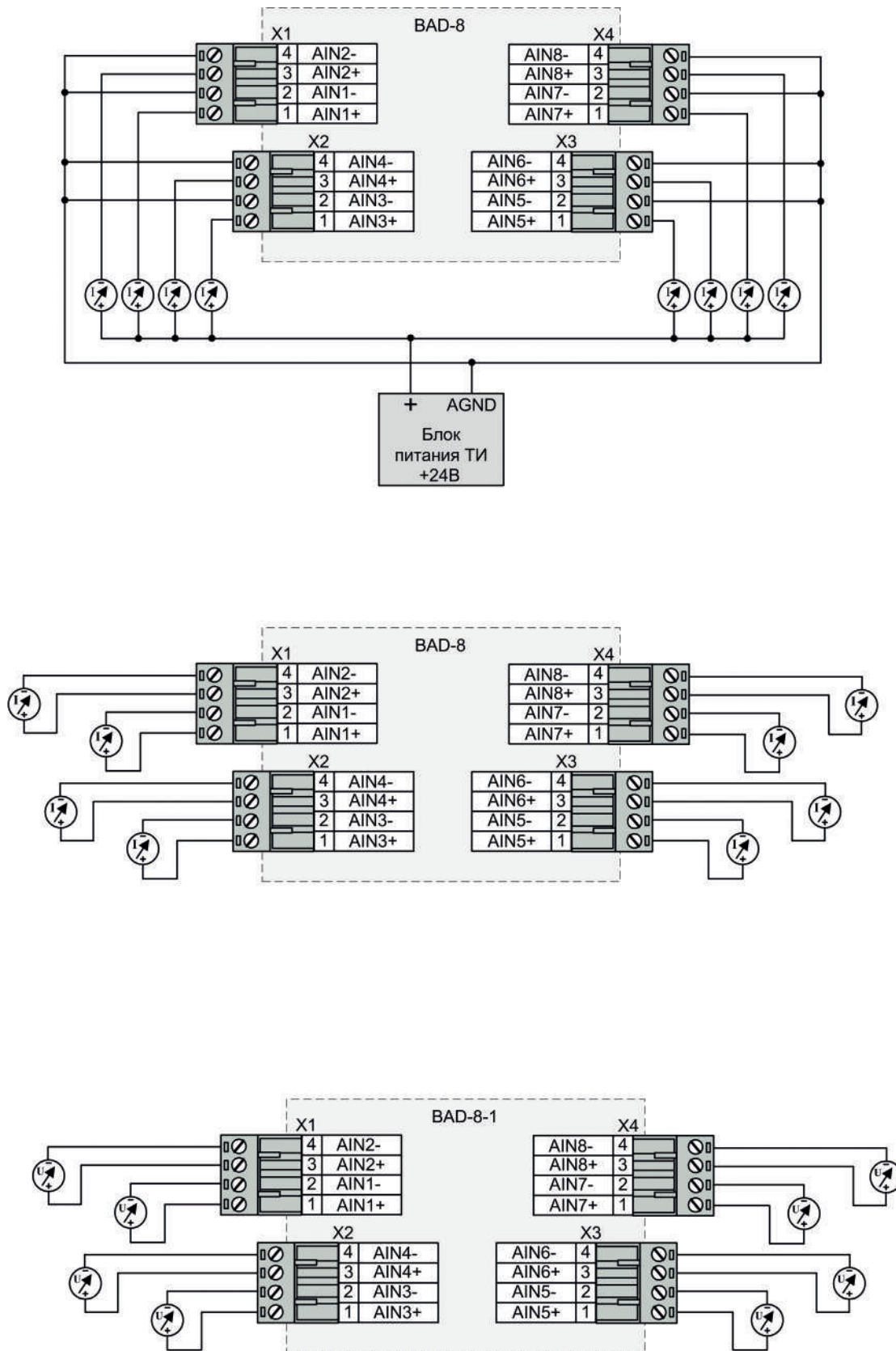
## Основные технические характеристики

- количество входных каналов: 8;
- диапазон измерения входного тока: 4-20 (0-5) мА;
- входное сопротивление канала для входного диапазона 4-20 мА: 232 Ом;
- входное сопротивление канала для входного диапазона 0-5 мА: 920 Ом;
- диапазон измерения напряжения: 0-5 (0-10) В;
- входное сопротивление канала в режиме измерения напряжения, не менее: 1 МОм;
- разрядность АЦП: 12 бит;
- частота обновления информации в регистрах интерфейса: 20 Гц;
- предел основной приведенной погрешности:  $\pm 0,15\%$  (во всем диапазоне рабочих температур);
- электрическая прочность изоляции: 500 В;
- напряжение питания: 22-26 В;
- ток потребления не более: 50 мА;
- габаритные размеры: 100x114x22,5 мм;
- масса, не более: 108 г;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
- способ монтажа: DIN-рейка.

## Габаритные размеры



## Схема подключения



## Блок аналогового вывода ВАО-8



Блок ВАО-8 предназначен для работы в составе систем промышленной автоматики в качестве устройства вывода аналоговых сигналов.

Функцией блока является прием данных от программируемого контроллера и преобразование цифрового кода в выходной токовый сигнал.

Блок ВАО-8 имеет встроенный АЦП для контроля работоспособности выходных каналов: действительное значение выходного тока записывается во входные регистры блока, доступные для чтения и анализа со стороны внешнего устройства.

### Варианты исполнения

Блок выпускается в следующих вариантах исполнения:

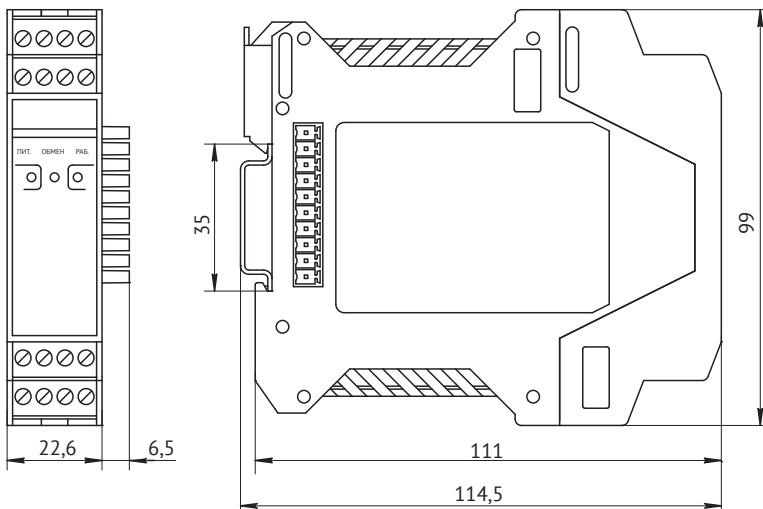
- ВАО-8 - базовое исполнение блока;
- ВАО-8-1 - исполнение блока для систем с дублированием выходных аналоговых каналов.

В исполнении ВАО-8-1 блок имеет двойную ширину корпуса и служебные разъемы для цепей блокировки. В этом исполнении один из пары блоков (основной) управляет нагрузкой, второй блок (резервный) отключен от выходных цепей и работает на внутреннюю нагрузку. Перевод резервного блока в режим основного производится программно или автоматически при потере питания основного блока. В этом случае основной блок по цепям блокировки переводится в резерв и отключается от нагрузки. Цепи блокировки предотвращают одновременную работу основного и резервного блоков.

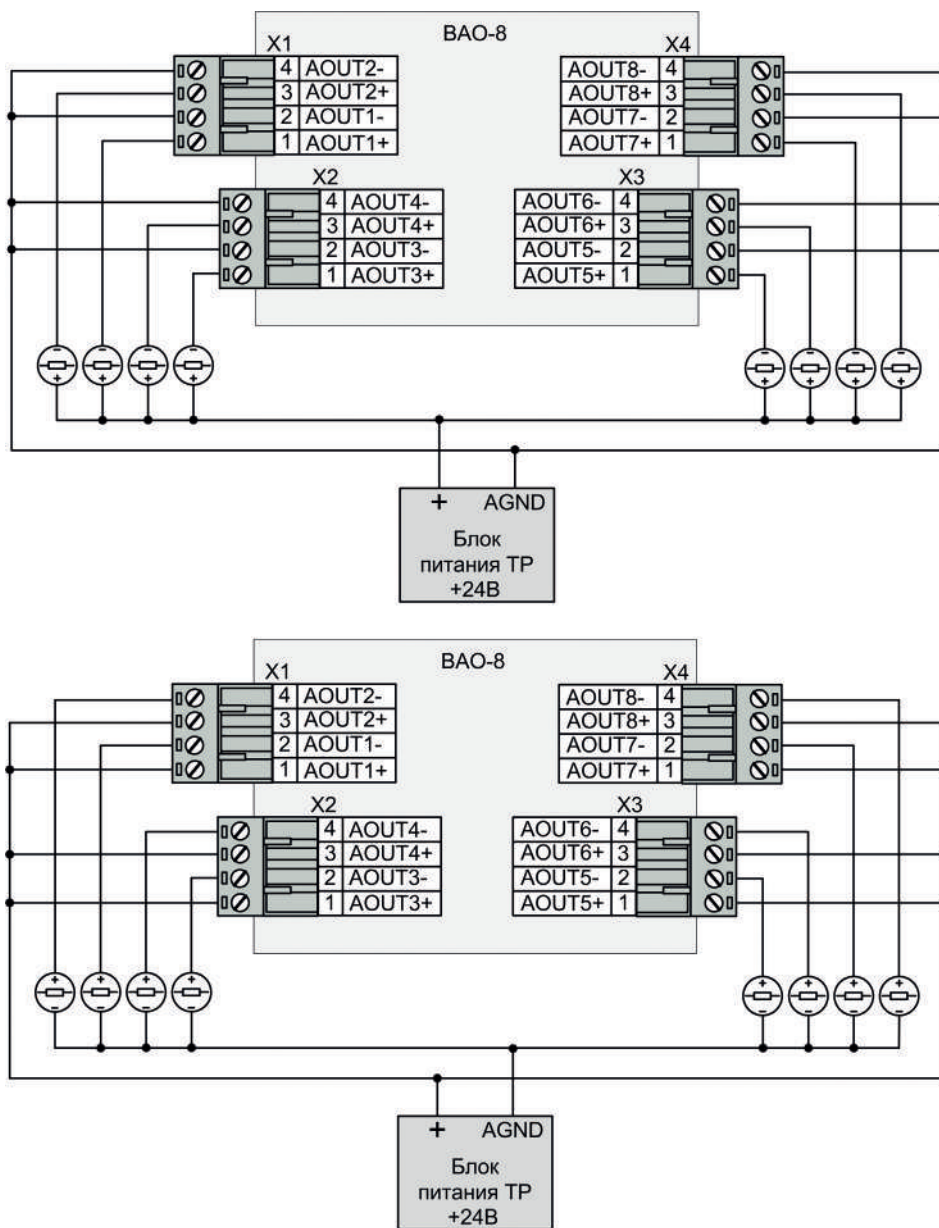
## Основные технические характеристики

- количество выходных изолированных каналов: 8;
- диапазон изменения выходного тока: 4-20 мА;
- разрядность ЦАП: 12 бит;
- разрядность контрольного АЦП: 12 бит;
- предел основной приведенной погрешности ЦАП:  $\pm 0,15\%$ ;
- предел основной приведенной погрешности АЦП:  $\pm 0,2\%$ ;
- электрическая прочность изоляции: 500 В;
- напряжение питания: 22-26 В;
- ток потребления, не более: 90 мА;
- габаритные размеры: 99x114x22.5 (99x114x45) мм;
- масса, не более: 150 г;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
- способ монтажа: DIN-рейка.

## Габаритные размеры



## Схема подключения





## Блок счетчиков импульсов ВИС-4



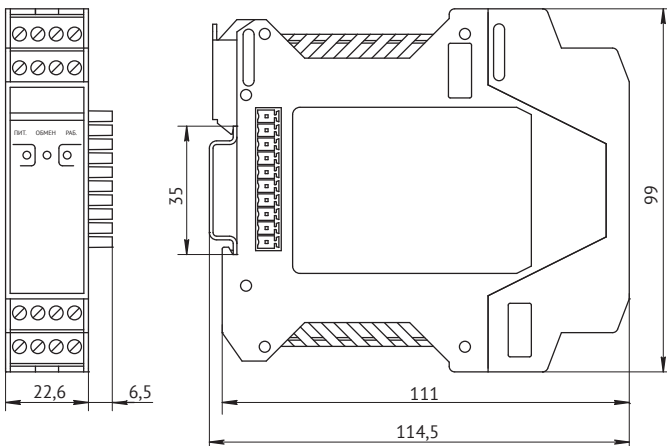
Блок ВИС-4 предназначен для работы в составе систем промышленной автоматики в качестве устройства ввода импульсных сигналов.

К функциям блока относятся: прием счетных импульсов напряжением 24 В постоянного тока, накопление входных импульсов в 16-ти разрядных счетчиках и передача данных в программируемый контроллер.

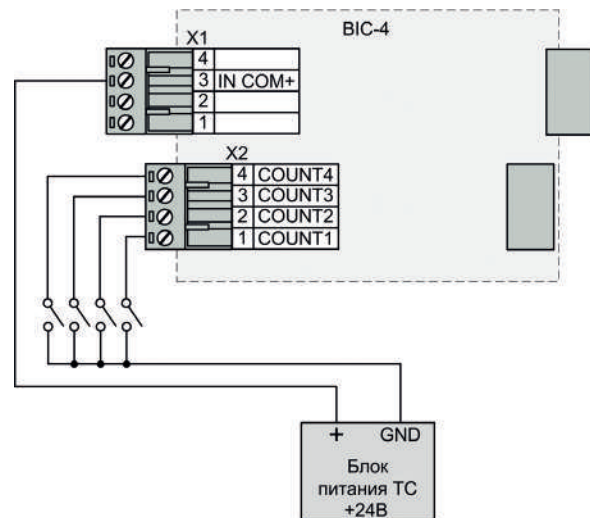
### Основные технические характеристики

- количество входных изолированных каналов: 4;
  - разрядность счетчиков: 16 бит;
  - максимальная частота следования импульсов: 5 кГц;
  - диапазон входного напряжения: 0-30 В;
  - максимальный входной ток: 12 мА;
  - уровень логической единицы, не менее: 12 В;
  - уровень логического нуля, не более: 10 В;
  - антидребезг: 0,2 мс;
  - электрическая прочность изоляции: 500 В;
  - напряжение питания: 22-26 В;
  - ток потребления, не более: 50 мА;
  - габаритные размеры: 99x114x22,5 мм;
  - масса не более: 115 г;
  - диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
  - способ монтажа: DIN- рейка.
- Входные каналы блока имеют индивидуальную гальваническую развязку.

### Габаритные размеры



### Схема подключения



## Блок дискретного ввода BID-14

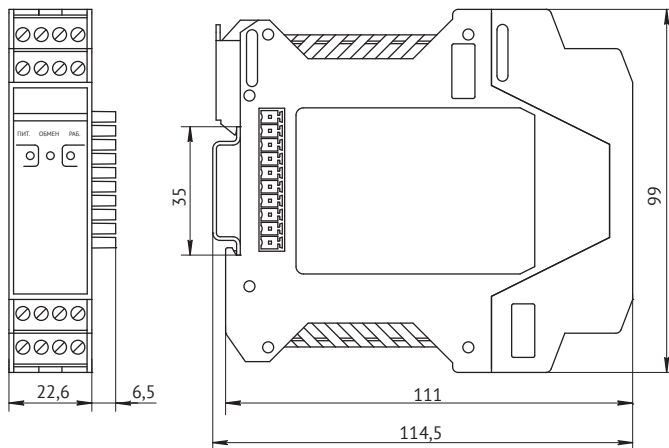


Блок BID-14 предназначен для работы в составе систем промышленной автоматики в качестве устройства ввода дискретных сигналов. Функцией блока является преобразование входных дискретных сигналов в цифровой код и передача данных в программируемый контроллер.

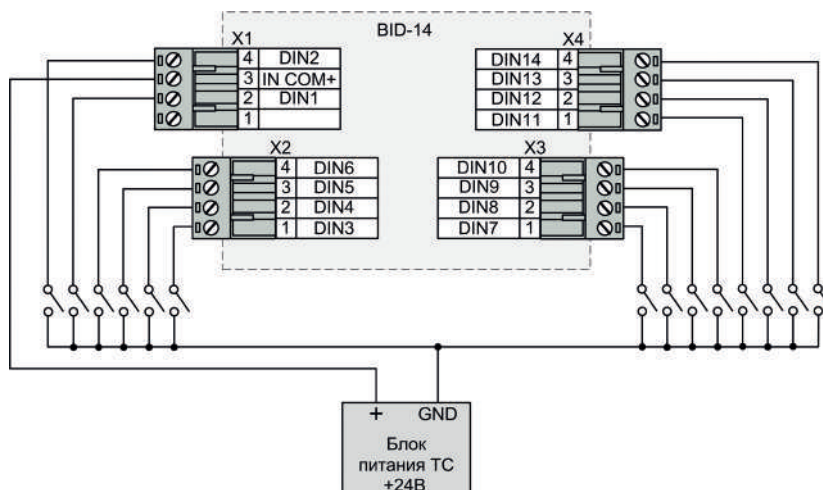
### Основные технические характеристики

- количество входных изолированных каналов: 14;
  - диапазон входного напряжения: 0-30 В;
  - максимальный входной ток: 12 мА;
  - уровень логической единицы, не менее: 12 В;
  - уровень логического нуля, не более: 10 В;
  - антидребезг: 0,5 мс;
  - электрическая прочность изоляции: 500 В;
  - напряжение питания: 22-26 В;
  - ток потребления, не более: 50 мА;
  - габаритные размеры: 99x114x22,5 мм;
  - масса, не более: 115 г;
  - диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
  - способ монтажа: DIN-рейка.
- Входные каналы блока имеют индивидуальную гальваническую развязку.

### Габаритные размеры



### Схема подключения



## Блок дискретного вывода BOD-14



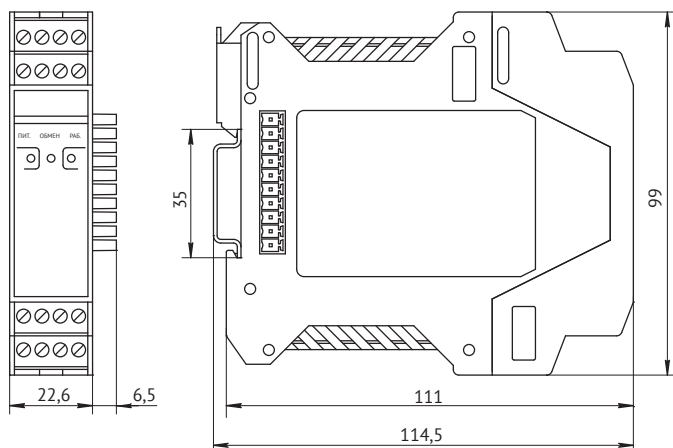
Блок BOD-14 предназначен для работы в составе систем промышленной автоматики в качестве устройства вывода дискретных сигналов. Функцией блока является прием данных от программируемого контроллера и преобразование цифрового кода в выходные дискретные сигналы.

### Основные технические характеристики

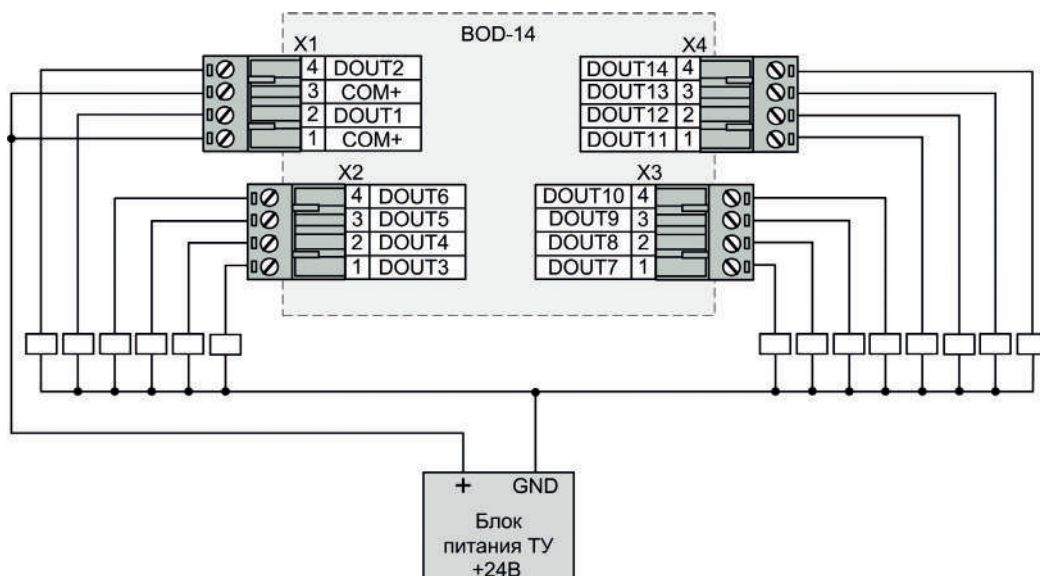
- количество выходных изолированных каналов: 14;
- диапазон коммутируемого напряжения: 5-30 В;
- максимальный выходной ток: 500 мА;
- электрическая прочность изоляции: 500 В;
- напряжение питания: 22-26 В;
- ток потребления, не более: 70 мА;
- габаритные размеры: 99x114x22,5 мм;
- масса, не более: 115 г;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
- способ монтажа: DIN-рейка.

Выходные каналы блока имеют гальваническую развязку.

### Габаритные размеры



### Схема подключения



## Блок дискретного вывода BOD-7

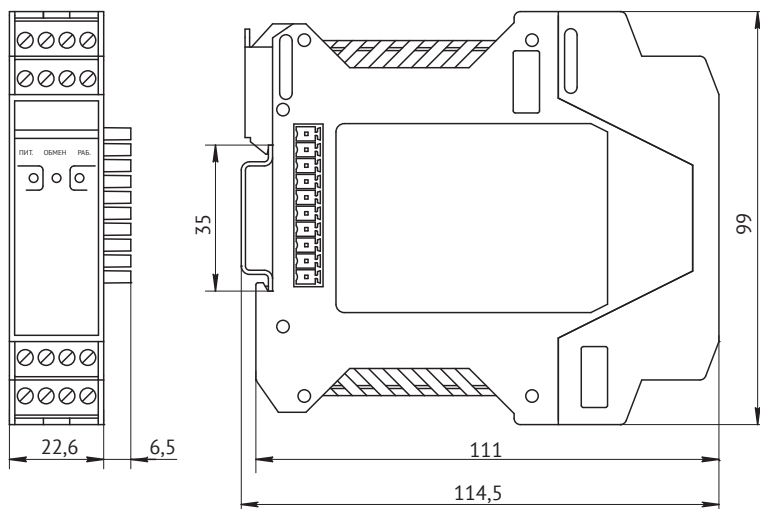


Блок BOD-7 предназначен для работы в составе систем промышленной автоматики в качестве устройства вывода дискретных сигналов релейного типа. Функцией блока является прием данных от программируемого контроллера и преобразование цифрового кода в выходные дискретные сигналы.

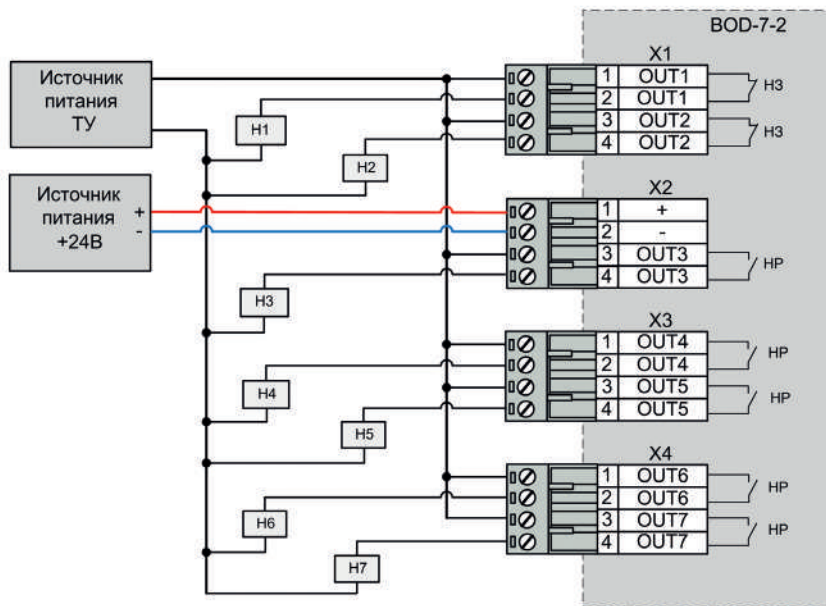
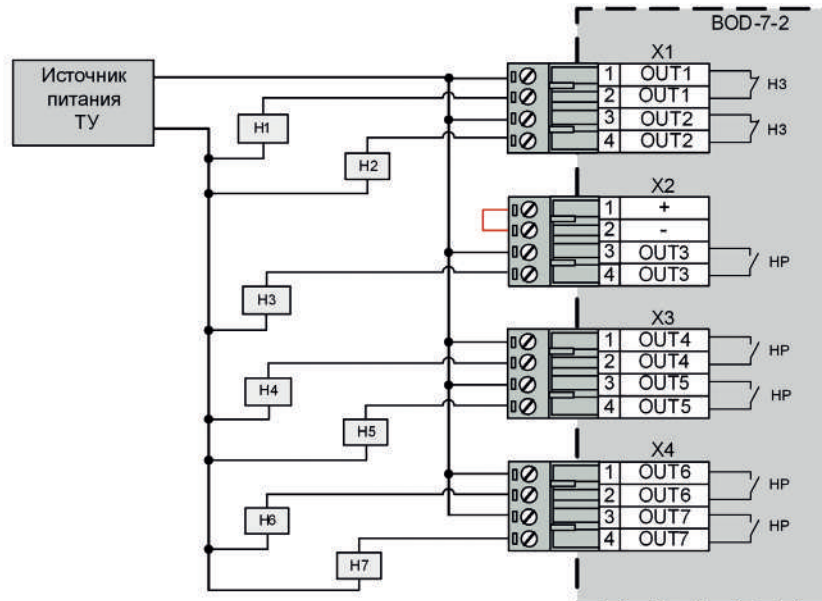
### Основные технические характеристики

- количество выходных каналов: 7;
- тип каналов: релейный;
- номинальное коммутируемое напряжение: 250 В AC;
- максимальное коммутируемое напряжение: 400 В AC;
- номинальный коммутируемый ток: 6 А;
- максимальный коммутируемый ток: 10 А;
- номинальная нагрузка AC-1: 1500 ВА;
- номинальная нагрузка AC-15 (230 В AC): 300 ВА;
- отключающая способность DC-1, 30/110/220 В: 6/0,2/0,12 А;
- минимальная нагрузка: 500 мВт;
- диэлектрическая прочность между открытыми контактами: 1000 В AC;
- время срабатывания/размыкания: 5/3 мс;
- долговечность механическая: 10 млн. циклов;
- напряжение питания: 22-26 В;
- ток потребления, не более: 100 мА;
- габаритные размеры: 99x114x22,5 мм;
- масса, не более: 120 г;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
- способ монтажа: DIN-рейка.

### Габаритные размеры



## Схема подключения



### ВЫХОДНОЙ РЕГИСТР (ЗАПИСЬ)



### ВХОДНОЙ РЕГИСТР (ЧТЕНИЕ)



## Блок ШИМ ВОР-6



Блок ШИМ ВОР-6 предназначен для работы в составе систем промышленной автоматики в качестве устройства вывода сигналов широтно-импульсного управления.

Блок предназначен для подключения к программируемому контроллеру. Блок может быть запрограммирован на формирование однократных импульсов заданной длительности или частотного сигнала с заданным периодом и длительностью.

### Варианты исполнения

Блок выпускается в следующих исполнениях:

- ВОР-6 - 6 каналов ШИМ 0,4-100 Гц, 14 каналов дискретного вывода
- ВОР-6-1 - 6 каналов ШИМ 0,15-5000 Гц.

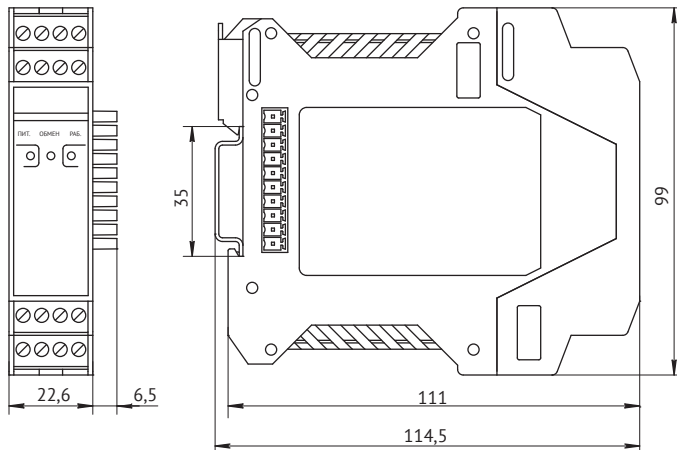
В исполнении ВОР-6 каналы ШИМ могут работать либо в режиме вывода постоянных сигналов, либо в режиме широтно-импульсной модуляции.

## Основные технические характеристики

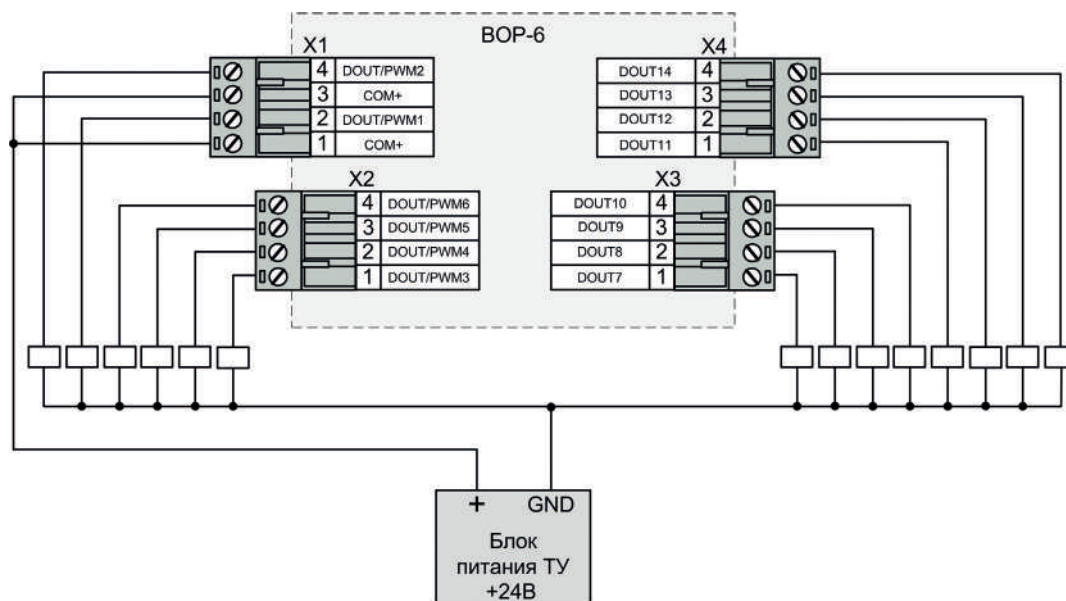
- количество выходных изолированных каналов: 14;
- количество выходных изолированных каналов ШИМ: 6;
- программируемая частота импульсов: 0,4-100 (ВОР-6) или 0,15-5000 (ВОР-6-1) Гц;
- программируемая длительность импульсов: 10-2550 (ВОР-6) или 0,1-6550 (ВОР-6-1) мс;
- диапазон коммутируемого напряжения: 5-30 В;
- максимальный выходной ток: 500 мА;
- электрическая прочность изоляции: 500 В;
- напряжение питания: 22-26 В;
- ток потребления, не более: 70 мА;
- габаритные размеры: 99x114x22,5 мм;
- масса, не более: 115 г;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
- способ монтажа: DIN-рейка.

Выходные каналы блока имеют гальваническую развязку.

## Габаритные размеры



## Схема подключения



## Блок аналогового ввода BRT-4



Блок BRT-4 предназначен для работы в составе систем промышленной автоматики в качестве устройства ввода аналоговых сигналов от термопреобразователей сопротивления (ТС). Функцией блока является преобразование аналоговых сигналов в цифровой код и передача данных в программируемый контроллер.

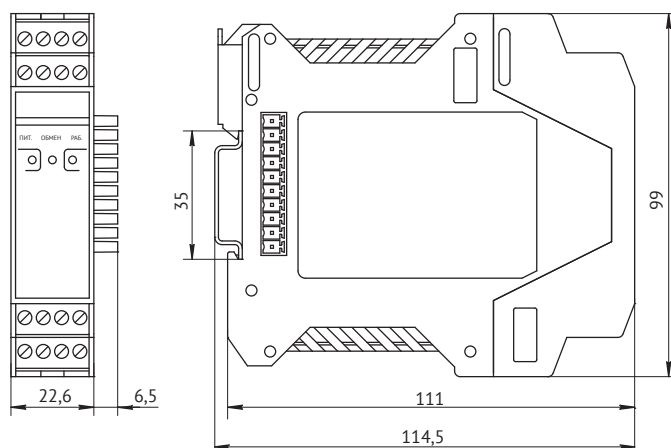
Блок имеет 4 канала с индивидуальной гальванической изоляцией для подключения ТС по трех- или четырехпроводной схеме включения. При трехпроводной схеме подключения производится автоматическая компенсация сопротивления соединительных проводников.

Блок поддерживает подключение ТС, соответствующих ГОСТ 6651-94 и ГОСТ Р 8.625-2006.

## Основные технические характеристики

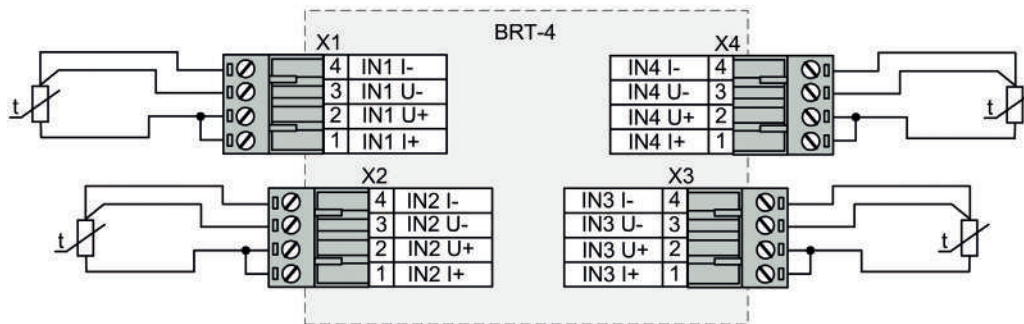
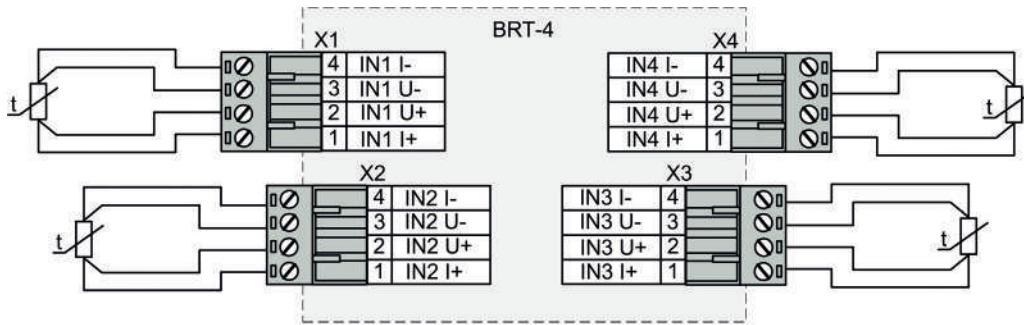
- количество входных изолированных каналов: 4;
- гальваническая изоляция: поканальная;
- разрядность преобразования: 16 бит;
- диапазон измерения сопротивления: 0-2500 Ом;
- разрешение по сопротивлению: 0.01 Ом;
- разрешение по температуре: 0,1 °С;
- схема подключения ТС: трехпроводная с компенсацией, четырехпроводная;
- ток возбуждения датчика: 200, 400, 1000 мкА;
- предел приведенной погрешности: ±0,1%;
- время преобразования: 10-500 мс;
- электрическая прочность изоляции: 500 В;
- напряжение питания: 22-26 В;
- ток потребления не более: 50 мА;
- габаритные размеры: 99x114x22,5 мм;
- масса не более: 115 г;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
- способ монтажа: DIN-рейка.

## Габаритные размеры





## Схема подключения



## Блок аналогового ввода ВТТ-4



Блок ВТТ-4 предназначен для работы в составе систем промышленной автоматики в качестве устройства ввода аналоговых сигналов от термодпар.

Функцией блока является преобразование аналоговых сигналов в цифровой код и передача данных в программируемый контроллер.

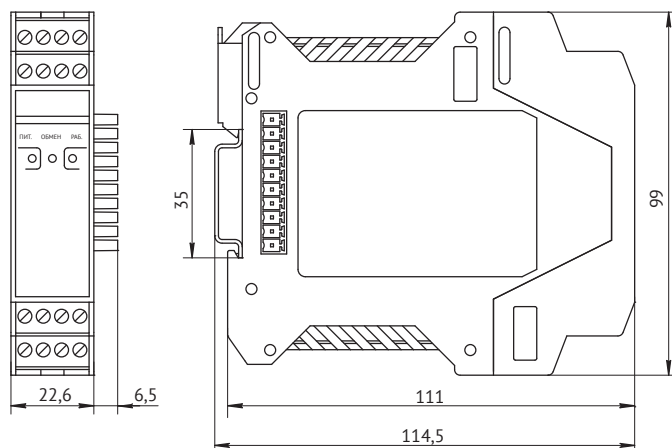
Блок имеет 4 канала с индивидуальной гальванической изоляцией для подключения термодпар. Для компенсации температуры холодного спая каждый канал имеет клеммы для подключения выносного датчика температуры. Компенсация в каждом канале может осуществляться либо от собственного датчика, либо от датчика другого канала блока.

Блок поддерживает подключение термодпар, соответствующих ГОСТ Р 8.585-2001.

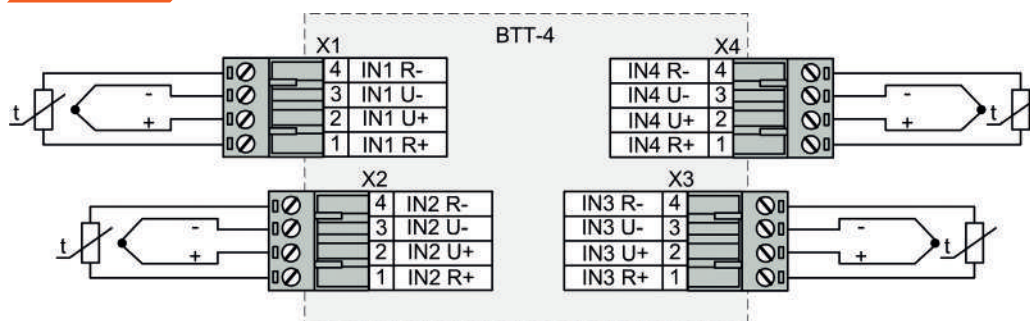
### Основные технические характеристики

- количество входных каналов: 4;
- гальваническая изоляция: поканальная;
- разрядность преобразования: 16 бит;
- диапазон измерения напряжения: 0-100 мВ;
- разрешение по напряжению: 0.001 мВ;
- разрешение по температуре: 0,1 °С;
- погрешность измерения температуры холодного спая:  $\pm 0,5$  °С;
- предел приведенной погрешности:  $\pm 0,1\%$ ;
- время преобразования: 10-500 мс;
- электрическая прочность изоляции: 500 В;
- напряжение питания: 22-26 В;
- ток потребления, не более: 50 мА;
- габаритные размеры: 99x114x22,5 мм;
- масса не более: 115 г;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
- способ монтажа: DIN-рейка.

### Габаритные размеры



### Схема подключения



## Блоки коммуникационные



Блоки коммуникационные предназначены для подключения блоков ввода-вывода серии PLC4 к программируемым контроллерам BCE-5 и контроллерам сторонних производителей по интерфейсам RS-485 или RS-422.

### Подключение блоков ввода-вывода

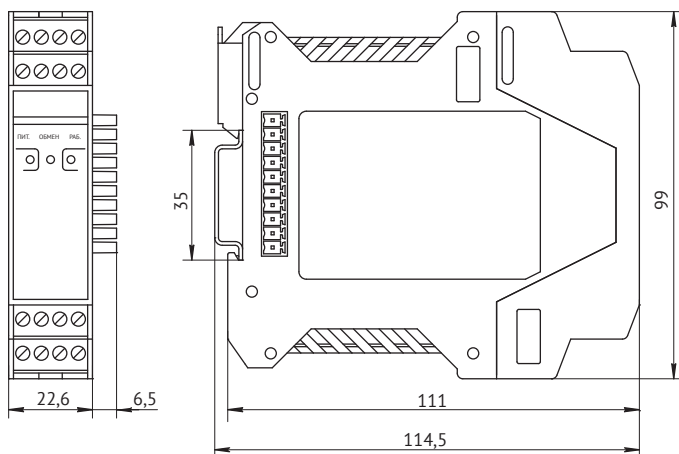
Блоки ввода-вывода подключаются непосредственно к боковому разъему блока коммуникационного. Питание на блоки ввода-вывода подается через боковой разъем линейки блоков.

К одному блоку может быть подключено до 15 блоков ввода-вывода. Для подключения большого количества блоков ввода-вывода используется несколько блоков коммуникационных, подключенных к одной линии связи.

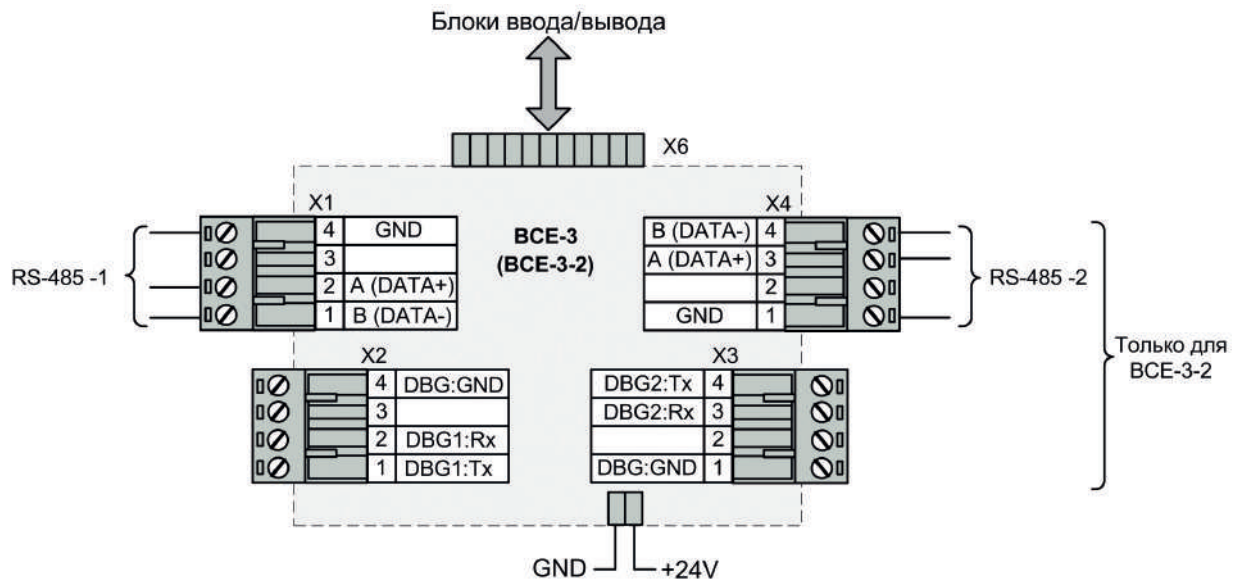
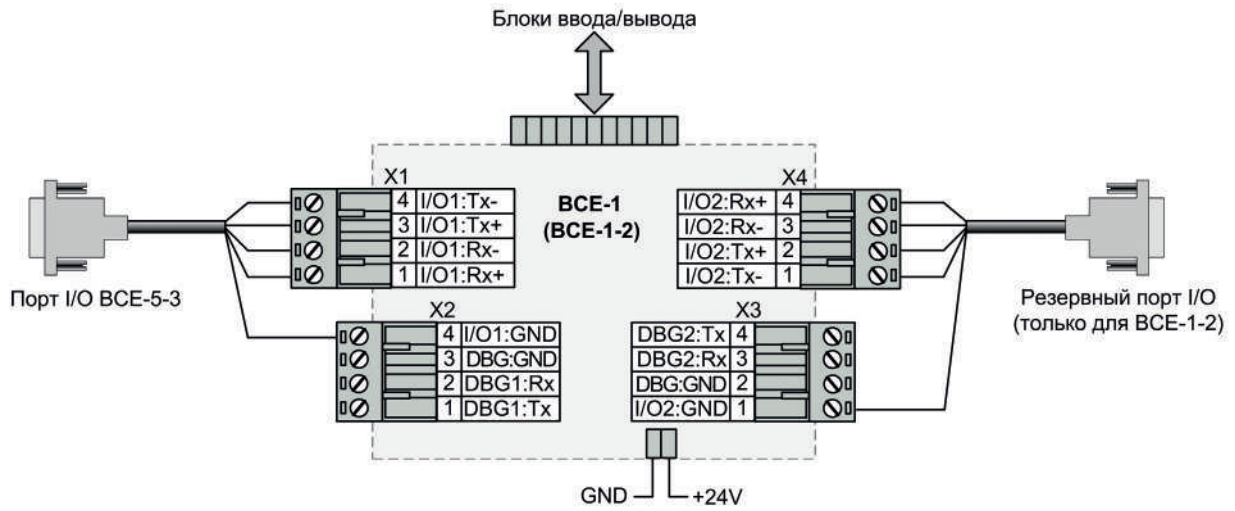
## Состав серии

Наименование	Тип	Назначение
BCE-1	Блок коммуникационный	Ведущий блок линейки блоков ввода-вывода PLC4, шлюз для подключения блоков PLC4 к контроллерам ВСП-А9 и BCE-5-3, 1xRS-422
BCE-1-2	Блок коммуникационный	Ведущий блок линейки блоков ввода-вывода PLC4, шлюз для подключения блоков PLC4 к контроллерам ВСП-А9 и BCE-5-3, 2xRS-422, поддержка резервирования
BCE-3	Блок коммуникационный	Ведущий блок линейки блоков ввода-вывода PLC4, шлюз для подключения блоков PLC4 к контроллерам ВСП-А9, BCE-5 и контроллерам сторонних производителей, 1xRS-485 (гальваническая изоляция), Modbus RTU
BCE-3-2	Блок коммуникационный	Ведущий блок линейки блоков ввода-вывода PLC4, шлюз для подключения блоков PLC4 к контроллерам ВСП-А9, BCE-5 и контроллерам сторонних производителей, 2xRS-485 (гальваническая изоляция), Modbus RTU, поддержка резервирования

## Габаритные размеры



## Схема подключения



## Блоки связи и защиты

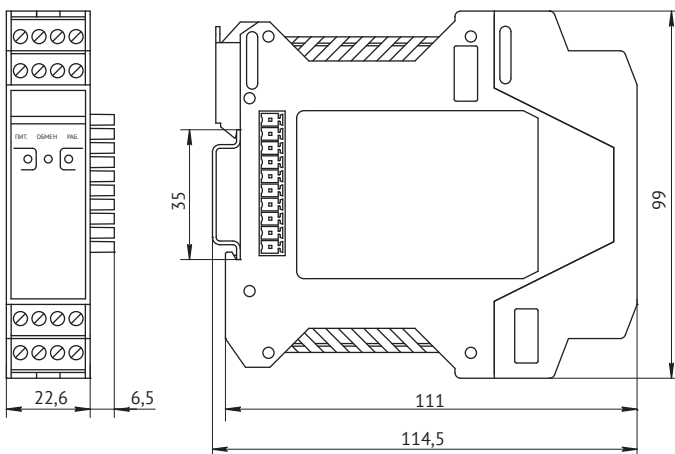
Блоки связи и защиты предназначены для работы в системах промышленной автоматики в качестве устройств передачи цифровой информации по проводным выделенным линиям связи и устройств защиты оборудования от импульсных электромагнитных помех, наводимых на длинные проводные линии связи.

Блоки связи и защиты серии PLC4 имеют расширенный диапазон рабочих температур - от минус 40 до плюс 50 °С.

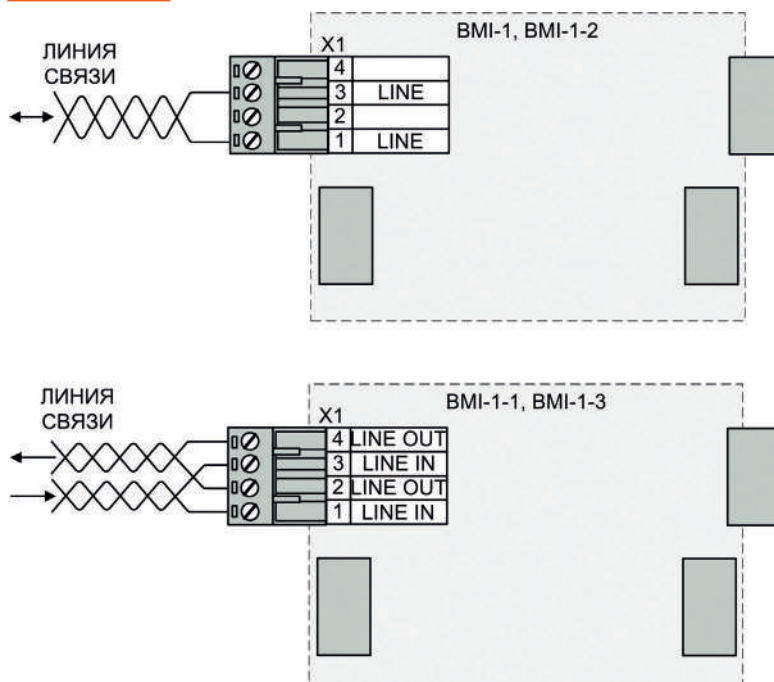
## Состав серии

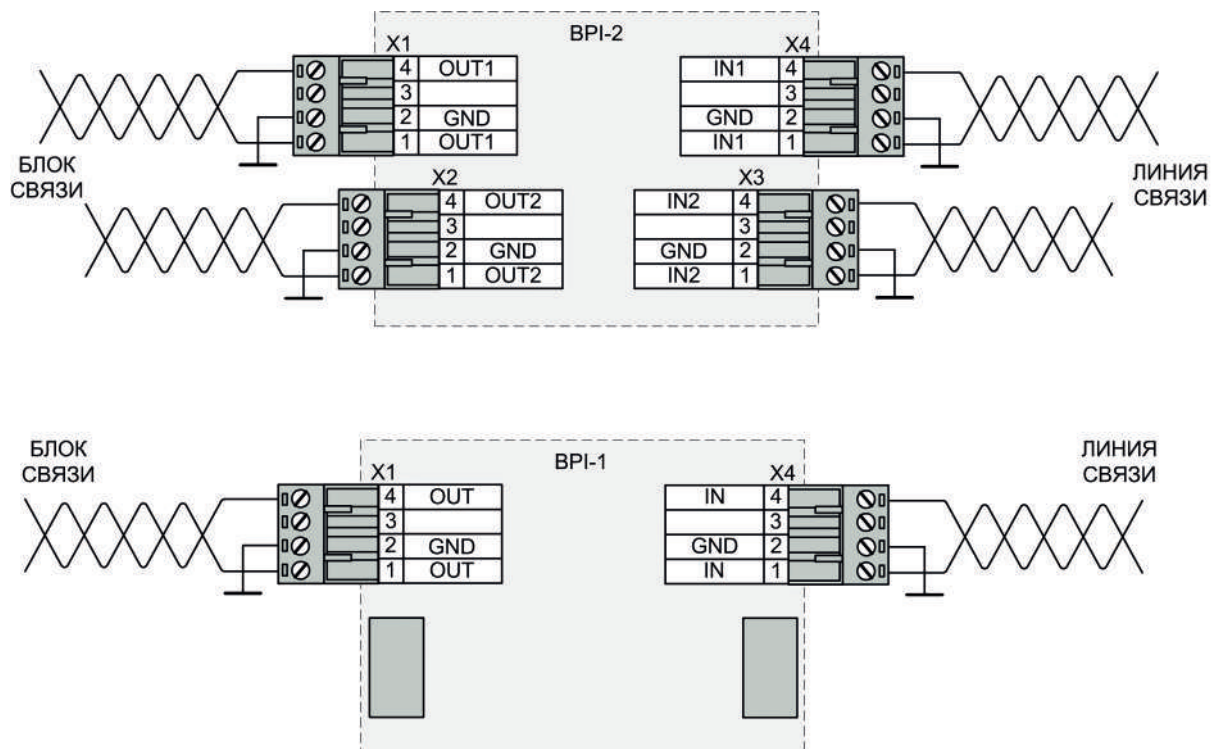
Наименование	Тип	Назначение
<b>Блоки связи</b>		
BMI-1	Блок связи	Блок связи V.23, RS-232, двухпроводная линия
BMI-1-1	Блок связи	Блок связи V.23, RS-232, четырехпроводная линия
<b>Блоки защиты</b>		
VPI-1	Блок защиты	Блок защиты от импульсных электромагнитных помех, 2-х проводная линия
VPI-2	Блок защиты	Блок защиты от импульсных электромагнитных помех, 4-х проводная линия

## Габаритные размеры



## Схема подключения





## Блоки преобразования интерфейсов

Блоки преобразования интерфейсов предназначены для работы в системах промышленной автоматики в качестве устройств универсальных преобразователей интерфейсов RS-232/RS-485/Ethernet.

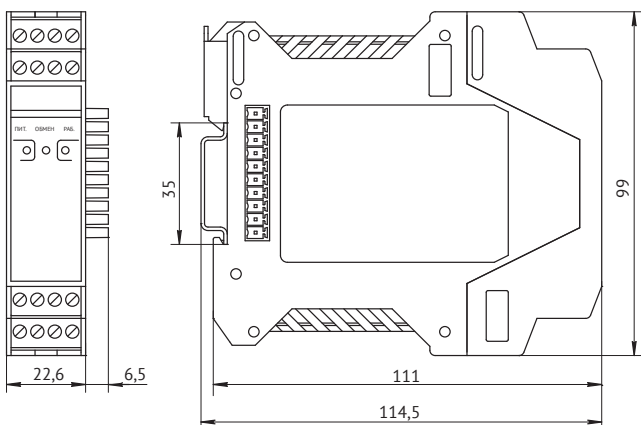
Блоки преобразования интерфейсов могут использоваться для подключения устройств с интерфейсом RS-485 к программируемому контроллеру или компьютеру через интерфейс RS-232, обеспечивая при этом гальваническую развязку.

Ethernet конвертеры могут использоваться для подключения одного или нескольких устройств с последовательным интерфейсом RS-232 или RS-485 к контроллеру по сети Ethernet, в том числе удаленных на значительное расстояние.

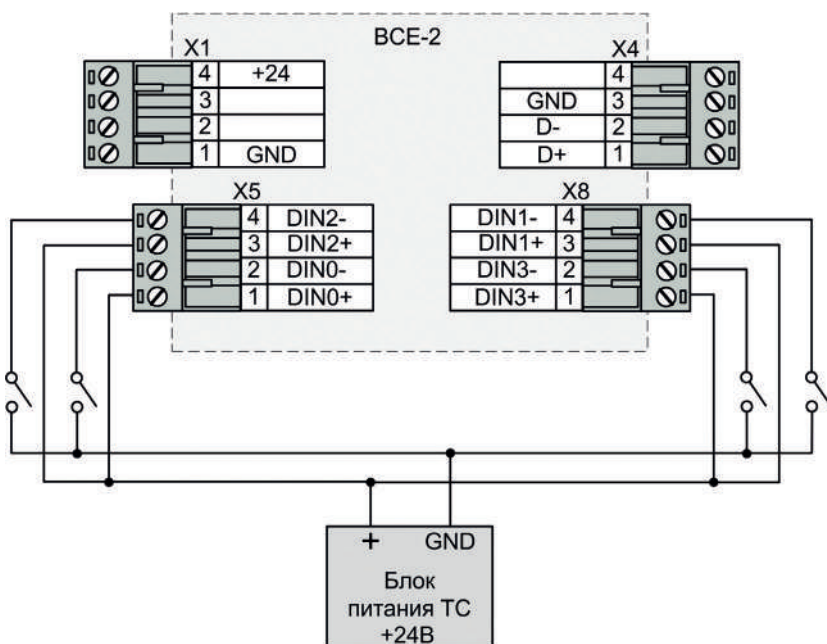
### Состав серии

Наименование	Тип	Назначение
<b>Ethernet конвертеры</b>		
BCE-2	Блок коммуникационный	Преобразователь интерфейсов RS-232 и RS-485 в Ethernet

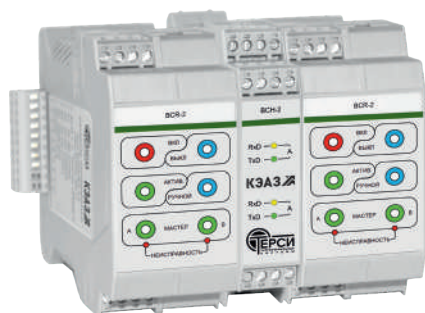
### Габаритные размеры



### Схема подключения



## Устройства резервирования



Устройства резервирования UCR-2, 2xRS-232 предназначены для построения высоконадежных резервированных систем управления с дублированным технологическим контроллером.

Устройства резервирования обеспечивают назначение ведущего контроллера и передачу ему управляющих функций. Назначение ведущего контроллера может производиться как автоматически, так и в ручном режиме.

### Резервированные системы управления

Резервированные системы управления содержат два идентичных контроллера, у каждого из которых свой набор блоков ввода-вывода.

В каждый момент времени один из контроллеров является ведущим, второй - ведомым. Входные сигналы от датчиков и сигнализаторов поступают одновременно на оба контроллера. Оба контроллера работают параллельно, то есть одновременно производят ввод данных, выполнение технологических алгоритмов. Вывод сигналов управления производит только ведущий контроллер. В то же время, со стороны верхнего уровня и полевого оборудования из двух контроллеров виден только один - ведущий контроллер.

### Функциональные возможности

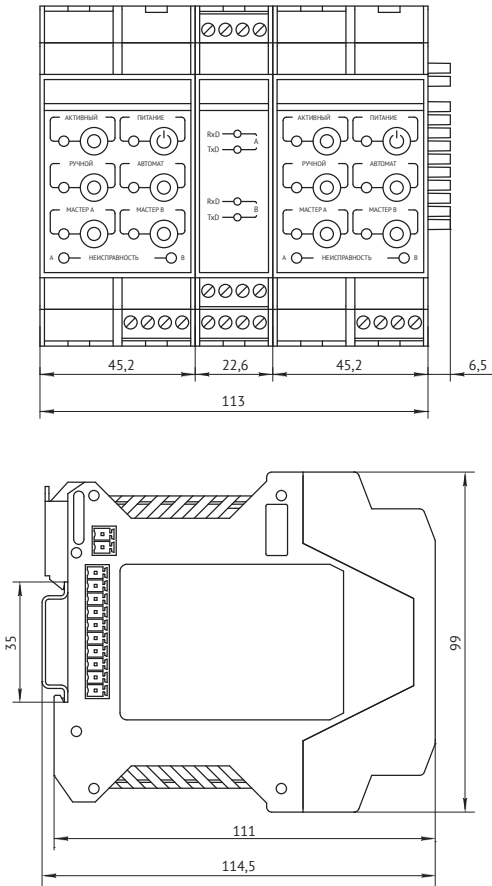
- определение ведущего контроллера на основании служебной информации, передаваемой контроллерами по интерфейсу RS-232;
- передача информации контроллерам о смене ведущего контроллера и режимах работы устройства;
- переключение напряжения питания выходных каналов управления в соответствии с выбором ведущего контроллера;
- автоматический и ручной режимы выбора ведущего контроллера;
- дублирование блоков управления резервированием;
- дублирование источников питания.

### Основные технические характеристики

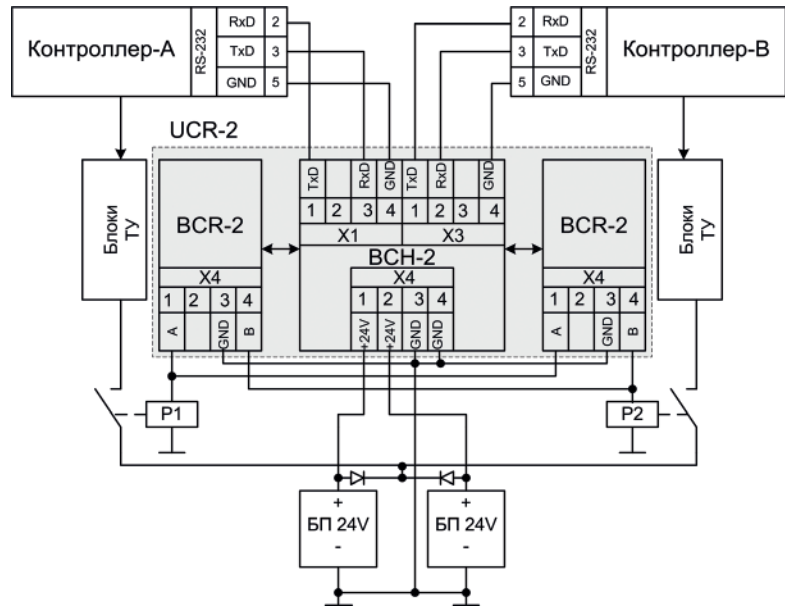
- количество подключаемых контроллеров: 2;
- режимы переключения: автоматический, ручной;
- критерий выбора ведущего: количество коллизий (ошибок) контроллера;
- время переключения: от 20 мс до 32 с;
- управление выходными каналами: 24 В, 3 А;
- внешний интерфейс: 2xRS-232, 38400/8-N-1;
- напряжение питания: 24 В;
- ток потребления, не более: 150 мА;
- габаритные размеры: 99x114x112,5 мм;
- масса, не более: 300 г;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
- способ установки: DIN-рейка;
- срок службы: 10 лет.



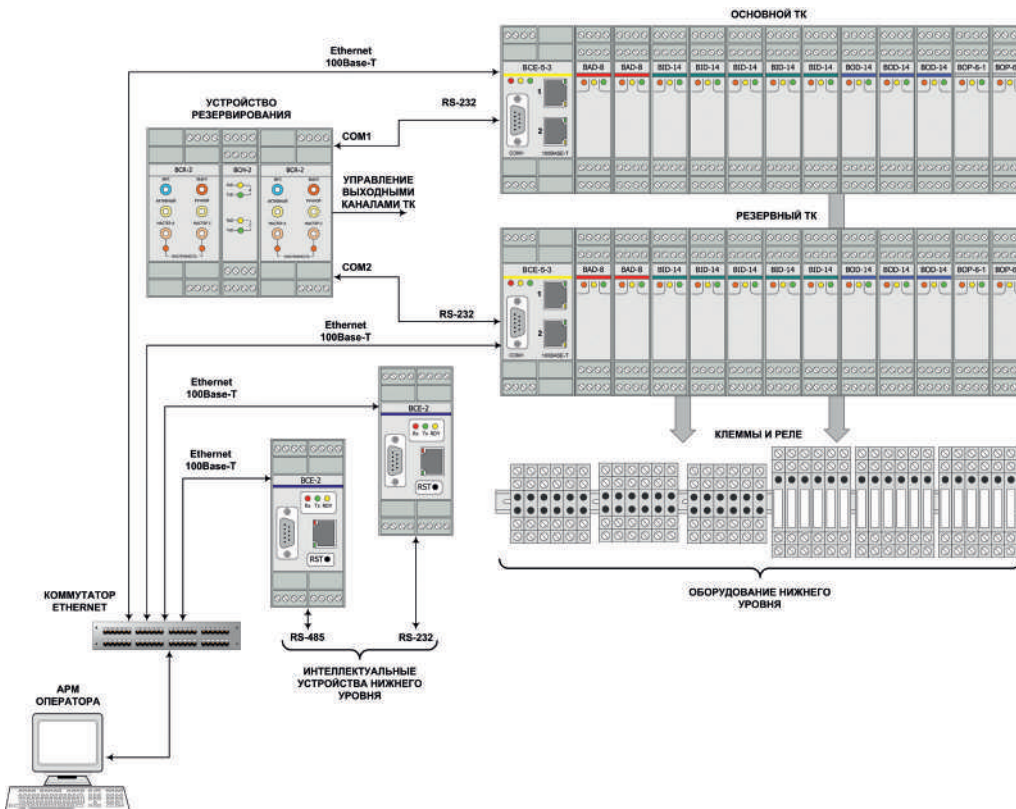
## Габаритные размеры



## Схема подключения



## Схема резервирования аппаратной части АСУ ТП с применением UCR 2, 2xRS-232



## Блок управления краном BCV-1



Блок управления краном BCV-1 предназначен для ручного и дистанционного управления шаровым краном с электропневматическим узлом управления, оснащенным встроенными или выносными концевыми выключателями.

Блок BCV-1 может использоваться с узлами управления серии ЭПУУ (модели ЭПУУ-4, ЭПУУ-5, ЭПУУ-6, ЭПУУ-7, ЭПУУ-8, ЭПУУ-9, ЭПУУ-10, ЭПУУ-11, ЭПУУ-15) или аналогичными.

Блок BCV-1 может использоваться как автономно, так и в качестве низового звена систем автоматизации.

### Функциональные возможности

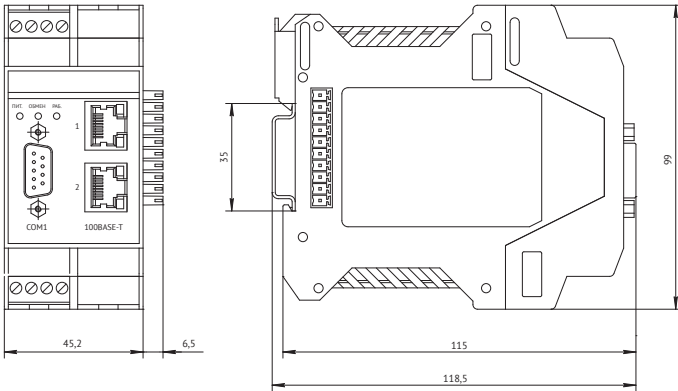
- открытие и закрытие крана по команде от кнопок на лицевой панели, кнопок выносного кнопочного пульта, сигналам системы автоматизации (программируемого контроллера, системы релейной автоматизации) или по команде дистанционного управления по интерфейсу RS-485;
- индикация состояния концевых выключателей положения крана;
- индикация наличия напряжения питания обмоток соленоида и контроль его соответствия заданному номиналу;
- контроль обрыва цепей соленоидов узла управления краном;
- формирование управляющего напряжения на соленоиды узла управления краном во время исполнения команды открытия/закрытия крана;
- контроль короткого замыкания цепей соленоидов узла управления краном во время открытия/закрытия;
- обеспечение заданной длительности команд управления соленоидами;
- обеспечение заданной задержки снятия управляющего напряжения на соленоиды узла управления краном после срабатывания концевого выключателя (дожим);
- предотвращение повреждения блока при воздействии импульсных перенапряжений в цепях контроля и управления краном;
- сигнализация о возникновении нестандартных ситуаций во время открытия и закрытия крана;
- установка параметров с помощью микропереключателей;
- дистанционное управление и контроль состояния крана по интерфейсу RS-485 по протоколу Modbus RTU.

### Основные технические характеристики

- количество подключаемых кранов: 1;
- режимы управления краном: ручной, дистанционный;
- количество каналов управления соленоидами: 2 (открытие, закрытие);
- напряжение питания соленоидов (от внешнего источника): 20-130 В, DC;
- максимальный ток соленоидов, не более: 1,5 А;
- ток контроля состояния цепей соленоидов, не более: 10 мА;
- количество концевых выключателей: 2 (КВЗ, КВО);
- тип сигнала концевых выключателей: «сухой контакт», НО или НЗ;
- ток контроля состояния концевых выключателей, не более: 10 мА;
- длительность команд управления соленоидами: 3-255 с;
- задержка снятия команды управления (дожим): 0-255 с;
- входные дискретные каналы управления: 4 (ОТКРЫТЬ, ЗАКРЫТЬ, ИСПОЛНИТЬ, РЕЖИМ);
- тип входных каналов: сухой контакт с общим выводом;
- выходные дискретные каналы индикации: 6 (ОТКРЫТ, ЗАКРЫТ, АВАРИЯ, ИНДИКАЦИЯ КНОПОК);
- тип выходных каналов: сухой контакт с общим выводом;
- максимальное коммутируемое напряжение: 250 В/AC, 220 В/DC;
- максимальный ток: 2 А;
- максимальная нагрузка: 60 Вт;
- электрическая прочность гальванической изоляции: 500 В;
- интерфейс дистанционного управления: RS-485, 19200/8-N-1;
- поддерживаемые протоколы: Modbus RTU (Slave);
- напряжение питания блока: 22-26 В;
- ток потребления, не более: 150 мА;
- габаритные размеры: 99x114x45 мм;
- масса, не более: 200 г;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 до плюс 50 °С;
- способ установки: DIN-рейка;
- средний срок службы: 10 лет.

Для дистанционного управления краном, контроля состояния и настройки параметров блока используется программа Настройка блоков BCV-1 или любая другая программа с поддержкой протокола Modbus RTU в режиме Master.

## Габаритные размеры



## Схемы подключения

СХЕМА ПРИМЕНЕНИЯ БЛОКА BSV-1  
МИНИМАЛЬНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ: MODBUS

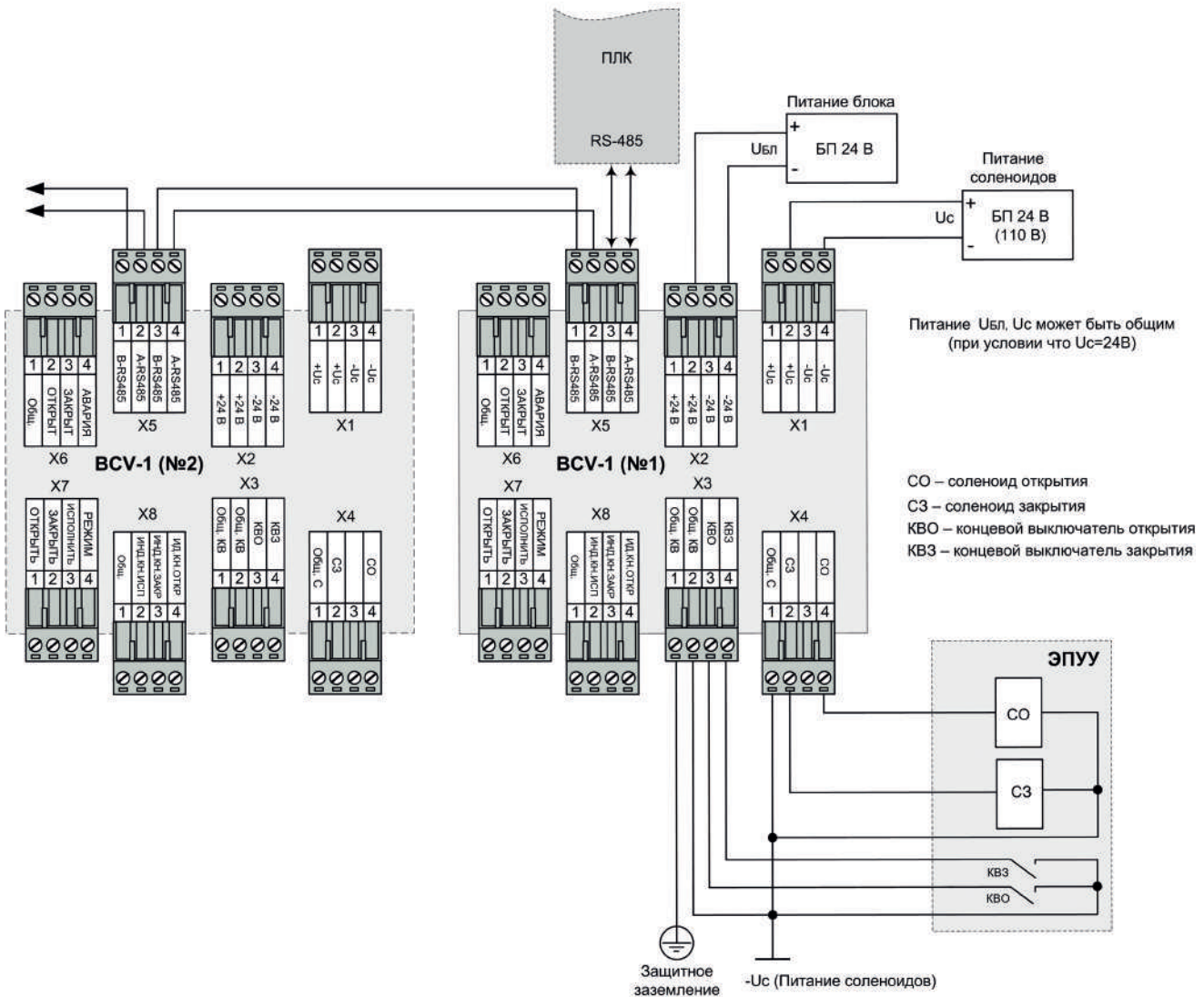


СХЕМА ПРИМЕНЕНИЯ БЛОКА BCV-1  
МАКСИМАЛЬНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ: MODBUS+ВНЕШНИЕ КНОПКИ+ПЛК

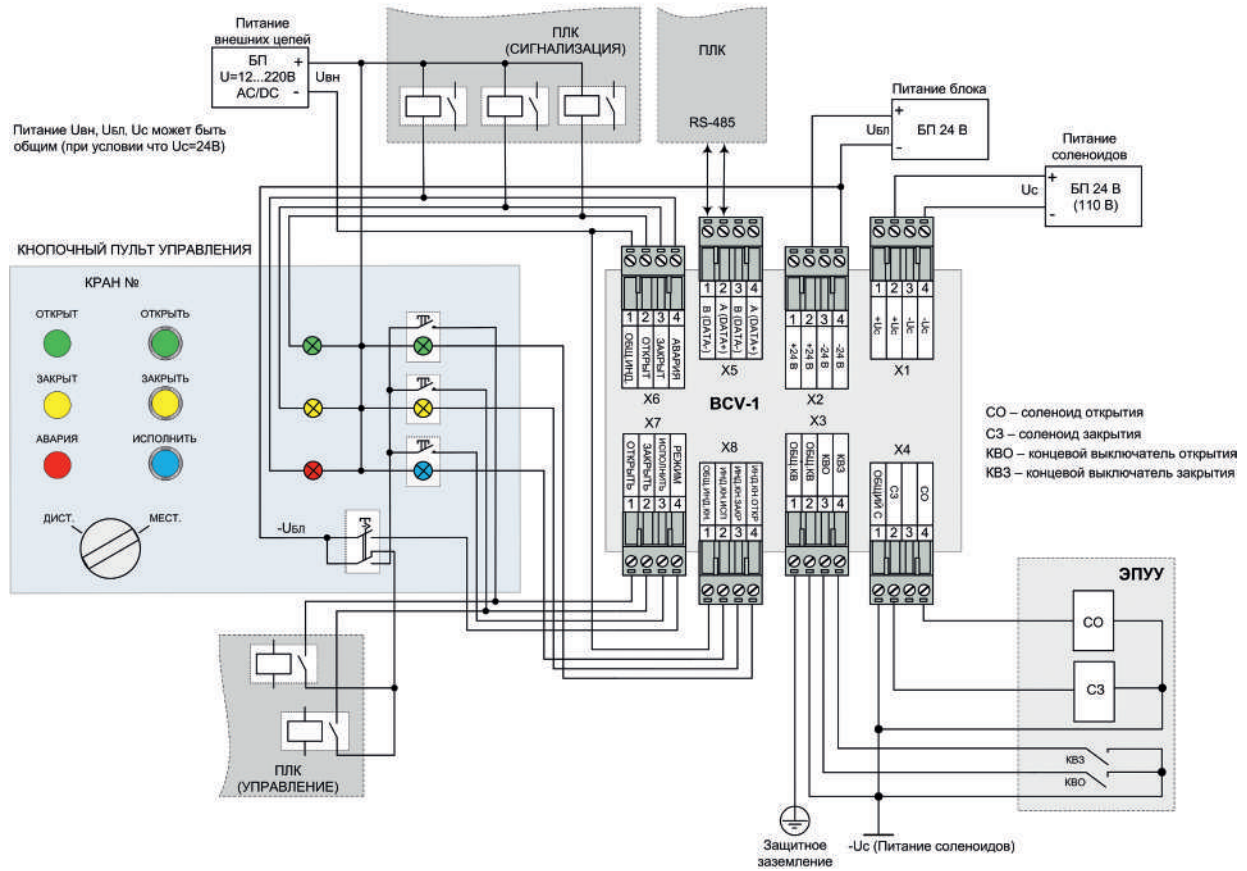
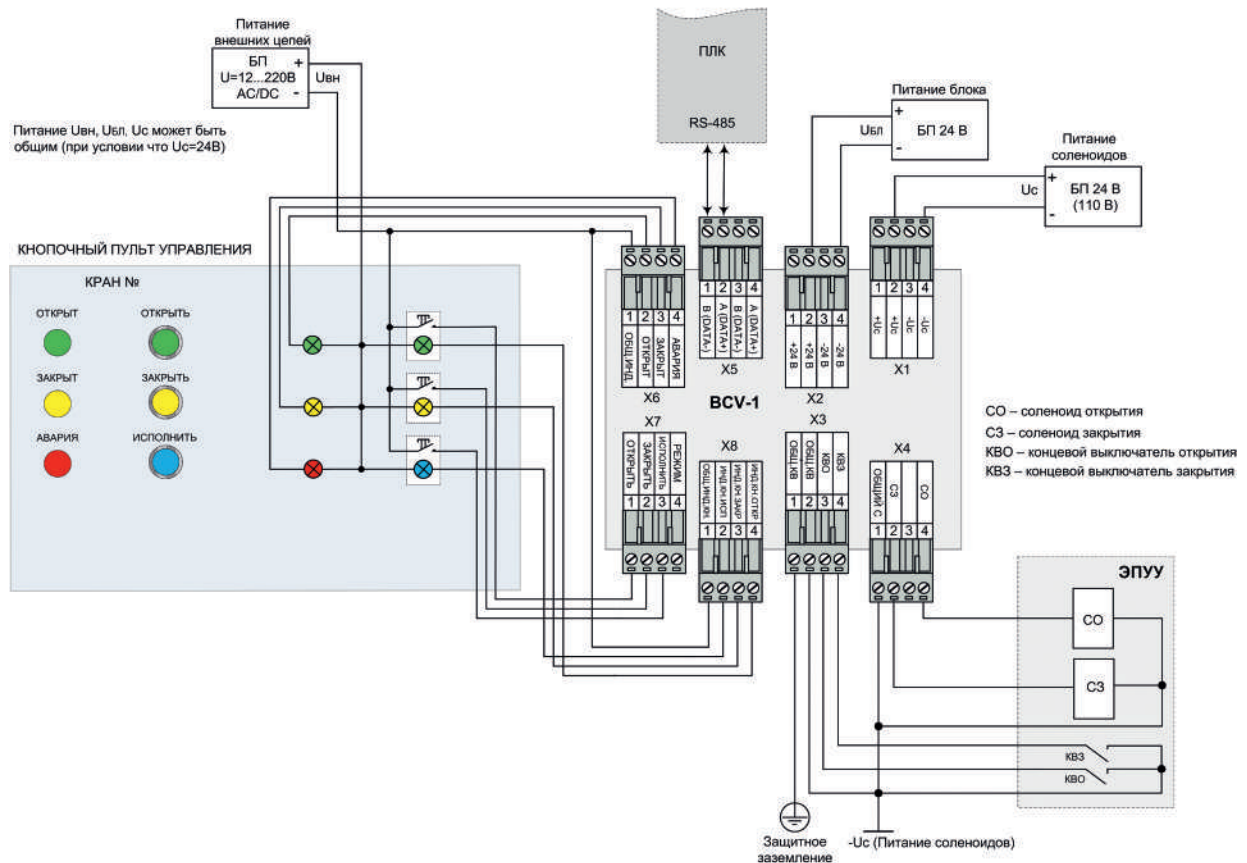


СХЕМА ПРИМЕНЕНИЯ БЛОКА BCV-1  
MODBUS+ВНЕШНИЕ КНОПКИ



# SCADA Каскад-САУ



Каскад-САУ - это комплекс программных средств для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

С помощью Каскад-САУ можно превратить любой компьютер в программируемый логический контроллер, рабочее место оператора или архивный сервер.

Каскад-САУ позволяет:

- считывать данные с большинства устройств ввода-вывода;
- писать программы обработки данных и управления устройствами;
- выдавать команды на исполнительное устройство;
- отображать данные на экране;
- записывать данные в архив;
- передавать данные в другие системы.

Каскад-САУ состоит из среды исполнения и среды разработки.

Среда исполнения Каскад-САУ включает программное обеспечение уровня контроллеров и программное обеспечение уровня АРМ и серверов. Программное обеспечение Каскад-САУ уровня контроллеров предназначено для использования в технологических контроллерах для непрерывного управления технологическим процессом. Программирование контроллеров осуществляется в Каскад-САУ с использованием языков программирования международного стандарта IEC 1131-3.

По современной терминологии программный комплекс Каскад-САУ относится к SoftLogic/SCADA-системам. Выгодным достоинством SCADA Каскад-САУ можно назвать принцип модульности, позволяющий настроить систему на выполнение только определенных функций, например АРМ оператора или архивного сервера. Наличие единой базы данных точек ввода/вывода контроллеров и SCADA-системы, поддержку резервирования и технологий OPC, систем с несколькими мониторами можно смело назвать стандартными функциями. Однако по-настоящему уникальной системой делают Каскад-САУ возможности, направленные на повышение удобства работы с системой именно со стороны инжиниринговых компаний, обслуживающего персонала и инженеров КИПиА.

## Запуск нескольких АРМ на одном компьютере

Благодаря функции поддержки распределенных систем, Каскад-САУ позволяет одновременно запустить на одном компьютере до 16 АРМ оператора, работающих с разными контроллерами одного проекта. Эта возможность удобна для инженеров КИПиА, обслуживающих систему: не нужно ходить в операторную на выделенные АРМ контроллеров. Можно посмотреть данные всех контроллеров непосредственно со своего рабочего места.

## Поддержка групповой разработки проектов

С самой первой версии, выпущенной еще в 1997 году, Каскад-САУ поддерживает групповую разработку проекта. Это позволяет редактировать один и тот же проект одновременно нескольким пользователям: один добавляет точки ввода/вывода, другой настраивает мнемосхемы, третий разрабатывает программы технологических алгоритмов. Поэтому если в обычных SCADA-системах проект разрабатывается в одиночку, то в Каскад-САУ с проектом работают несколько человек, то есть выполняют тот же объем работ в несколько раз быстрее.

## Централизованное хранение проектов

Каскад-САУ использует централизованное хранение проектов, при котором для хранения множества проектов используется один выделенный сервер. Доступ к проектам на сервере производится по сети. Такой подход значительно облегчает развертывание новых рабочих мест на объектах: достаточно установить программное обеспечение Каскад-САУ и указать в настройках рабочего места путь к проекту на сервере. В Каскад-САУ нет необходимости копировать файлы проекта на новое рабочее место или открывать общий доступ к папкам, снижая безопасность системы. Для инжиниринговых компаний хранение проекта в единственном экземпляре означает, что новый или привезенный с объекта проект становится доступным для работы всем специалистам сразу после копирования его на сервер компании.

## Встроенные средства резервного копирования без остановки системы

Легко переносить проекты с одного сервера на другой позволяют встроенные в Каскад-САУ средства резервного копирования. Особенно это актуально для сопровождения удаленных систем. Специалистам инжиниринговой компании, использующим Каскад-САУ, не нужно проводить много времени на объектах, внося изменения в работающие проекты, достаточно взять его резервную копию, внести и протестировать все необходимые изменения у себя дома, а затем восстановить измененный проект на объекте.

Следует отметить, что в Каскад-САУ резервные копии делаются без остановки работающих систем. Данная особенность, в сочетании с поддержкой расписаний автоматического резервного копирования, используется в системах с непрерывным циклом работы для создания резервных копий архивов.

## Безударное обновление конфигурации «на лету»

Каскад-САУ позволяет выполнять безударное обновление конфигурации «на лету» без остановки работы системы. Данная функция востребована для систем с непрерывным циклом работы, когда отсутствует возможность перезагрузить работающую систему, для того чтобы, например, внести изменения в программу технологических алгоритмов или добавить новые точки ввода/вывода.

Безударное обновление конфигурации в Каскад-САУ означает, что обновление затрагивает только измененные части проекта. Например, при изменении программы технологического алгоритма другие программы будут продолжать работать так, как будто никаких изменений не было.

## Двухступенчатый механизм изменения конфигурации

Еще одной уникальной особенностью Каскад-САУ является двухступенчатый механизм изменения конфигурации проекта. В проекте Каскад-САУ одновременно хранятся две конфигурации: предварительная и рабочая. Изменения вносятся в предварительную конфигурацию. По окончании изменений предварительная конфигурация копируется в рабочую, которая затем используется для загрузки в систему. Это позволяет на объектах вносить изменения непосредственно в рабочий проект и откладывать их применение, например, до плановой остановки системы или проведения работ по техобслуживанию. Если в какой-то момент потребуется

перезапуск системы, то из проекта будет загружена последняя, заведомо рабочая конфигурация, но не сделанные предварительные изменения.

Перечисленные возможности лишь малая часть тех возможностей Каскад-САУ, которые делают ее одной из самых удобных в использовании среди аналогичных систем.

Список оборудования ввода-вывода сторонних производителей, поддерживаемых контроллерами Каскад-САУ, постоянно расширяется. С полным списком можно ознакомиться на странице поддерживаемого оборудования.

Для представления технологической информации Каскад-САУ содержит полный набор задач, используемый современными SCADA системами

- технологические мнемосхемы,
- окна отображения тревог и событий,
- тренды,
- отчеты.

В состав Каскад-САУ включено программное обеспечение архивирования. Емкость архивов Каскад-САУ ограничивается лишь объемом доступного дискового пространства.

Программы просмотра архивов поддерживают экспорт данных в файлы форматов пакета Microsoft Office. Обмен данными с системами третьих производителей обеспечивается программным обеспечением коммуникационных серверов на основе стандартных протоколов.

Каскад-САУ выпускается в двух вариантах: полная версия и бесплатная версия.

Программное обеспечение среды разработки является неотъемлемой частью Каскад-САУ. С самой первой версии, выпущенной в 1997 году, среда разработки Каскад-САУ поддерживает такие возможности, как разработка распределенных систем в рамках единого проекта, групповая разработка проектов, единая база данных параметров контроллеров и АРМ.

### Поддерживаемые протоколы

Комплекс Каскад-САУ может работать с любыми устройствами ввода-вывода, поддерживающими протоколы, указанные в следующем списке.

Протокол	Интерфейс	Соединение	Примечание
Modbus RTU	Serial	Master, Slave	The Modbus Organization
Modbus TCP	Ethernet	Master, Slave	The Modbus Organization
OPC Data Access 2.0, 3.0		Client, Server	OPC Foundation
GOFO2, Универсальный протокол	Ethernet		ОАО «Газпром»
Hart	Serial	Master	

## Технические характеристики Каскад-САУ

Характеристика	Значение
<b>Общие сведения</b>	
Принцип построения	Модульная двухуровневая система
Классификация модулей	Модули уровня контроллеров, АРМ, архивных серверов и серверов данных
Масштабируемость	Да
Поддержка стандартных шин и протоколов	Да
Поддержка оборудования третьих производителей	Да
Поддержка распределенных систем	Да
Резервирование	Да
Средства диагностики	Да
Средств архивирования	Да
Средства разработки	Да
Средства технологического программирования контроллеров	Да
Средства администрирования и контроля доступа	Да
Наличие отладочных утилит	Да
Наличие документации и справочной информации	Да
Язык интерфейса, документации, справки	Русский
<b>Поддерживаемые ОС</b>	
ОС среды исполнения контроллеров и серверов данных	Windows, Linux
ОС среды исполнения АРМ и архивных серверов	Windows
ОС среды разработки	Windows
<b>Масштабируемость</b>	
Количество проектов	Не ограничено
Количество узлов (контроллеров, серверов, АРМ) в проекте	До 32
Количество параметров контроллера (входных, выходных, виртуальных точек)	До 64000
Размер кода алгоритмов IEC 1131-3	Ограничен только возможностями аппаратуры
Количество мнемосхем АРМ	Ограничено только возможностями аппаратуры
<b>Поддерживаемые контроллеры</b>	
Аппаратная платформа контроллеров	Intel, ARM
Поддержка аппаратного сторожевого таймера контроллера	ВСЕ-5 (НТО «Терси-КБ»), OptiLogic L (КЭАЗ)
<b>Поддерживаемое оборудование ввода-вывода</b>	
Блоки PLC4	Да
Модули OptiLogic	Да
Оборудование сторонних производителей (доп. информация по запросу)	Да

Характеристика	Значение
<b>Поддерживаемые стандартные протоколы</b>	
Modbus RTU	Master, Slave
Modbus TCP	Master, Slave
Modbus ASCII	Master, Slave
ГОСТ Р МЭК 60870-5-101	Master, Slave
ГОСТ Р МЭК 60870-5-104	Master, Slave
OPC DA (версии 2.0, 3.0)	Сервер, клиент
NMEA 0183	GPS, GLONASS, GNSS
SNMP	Manager
ISO 1745	Master
<b>Резервирование</b>	
Горячая замена модулей ввода-вывода	Да
Резервирование модулей ввода-вывода	Да
Резервирование процессорных модулей с безударным переключением	Да
Выработка решения Master/Slave	Аппаратный модуль
Время переключения Master/Slave	От 100 мс
Контроль синхронизации данных и технологических алгоритмов Master/Slave	Да
Безударное включение контроллеров	Да
Теплый рестарт контроллеров с восстановлением технологических данных из энергонезависимой памяти	Да
Управление системой резервирования со стороны технологических алгоритмов	Да
Резервирование АРМ	Да
Дублирование серверов данных	Да
Дублирование архивных серверов	Да
Резервирование конфигурационных баз данных	Да
<b>Поддержка распределенных систем</b>	
Работа с множеством распределенных объектов (контроллеров) управления в рамках единого проекта	Да
Доступ контроллера к параметрам другого контроллера проекта	Автоматически, по сети Ethernet
Единое время во всей системе	Да
Источник точного времени	Сервер времени, команда вышестоящей системы, GPS-приемник
Точность синхронизации времени контроллеров	1 мс
Запуск на одном рабочем месте одновременно нескольких АРМ, работающих с разными контроллерами	Да
Разработка и отладка всех объектов одного проекта с одного рабочего места	Да
Возможность шлюзования данных для систем верхнего уровня с уровня контроллера	Да
Поддержка на контроллере одновременно нескольких протоколов	Да
<b>Среда исполнения</b>	
Принцип работы	Набор модулей, управляемых ядром
Типовой список поставляемых модулей	Драйверы ввода-вывода, модули расчета программ, модули диагностики, серверы данных, служебные модули, мнемосхемы, тревоги и события, тренды
Способ обработки данных	Синхронный, циклический (ввод, расчет программ, вывод, формирование и выдача данных и событий клиентам)
Список модулей рабочего цикла	Настраивается в зависимости от назначения: технологический контроллер, АРМ, сервер данных, архивный сервер
Минимальная длительность рабочего цикла	20 мс
Точность временных отметок изменений значений и событий	1 мс
Первичная обработка данных	Фильтрация, масштабирование, корректирующее преобразование
Обработка качества данных (статуса точки)	Ошибка ввода-вывода, короткое замыкание, обрыв, превышение скорости изменения, выход за ТЕ диапазон
Наличие на контроллере серверов данных и событий	Да
Наличие буферов предыстории данных и событий	Да
Горячая перезагрузка конфигурации	Да
Сохранение последней удачно загруженной конфигурации	Да
Независимость работы контроллеров от наличия АРМ и серверов верхнего уровня	Да
<b>Средства технологического программирования контроллеров</b>	
Языки технологического программирования контроллеров	IEC 61131-3 (FBD, ST)
Механизм расчета программ на контроллере	Интерпретатор системно-независимого кода
Контроль исполнения программ (зацикливание, математические ошибки и пр.)	Да
Независимое исполнение программ	Да

Характеристика	Значение
Независимое обновление программ	Да
Сохранение и восстановление значений переменных программы из энергонезависимой памяти	Да
Встроенные средства отладки программ	Локальный отладчик (имитатор)
Библиотека стандартных функций	Да
Библиотека дополнительных блоков	Да
<b>Мнемосхемы</b>	
Векторная графика	Да
Растровые картинки	Да
Библиотека картинок	Да
Анимация	Да
Воспроизведение звуковых сообщений	Да
Отображение значений параметров системы	Да
Изменения цвета значения и цвета фона параметра в зависимости от качества значения и режима работы	Да
Управление с мнемосхем	Да
Способ выдачи команд управления	Кнопки, переключатели, всплывающие окна
Встроенные оперативные тренды	Да
Встроенные архивные тренды	Да
Встроенный список событий	Да
Поддержка нескольких мониторов	Да
Печать мнемосхемы	Да
Экспорт мнемосхемы в файл	Точечный рисунок, Метафайл, формат GIF, формат JPEG, формат PNG, файл Adobe PDF.
<b>Система событий</b>	
Принцип работы	Выдача сообщений по условию на значение точки
Типы событий	Дискретное значение, Аналоговые пределы, Битовая маска
Типы условий	Значение равно, не равно, больше, меньше, выход за предел тревоги, битовая маска
Важность событий	Сообщение, предупреждение, авария
Уровней важности	1000
Событие по изменению качества значения	Превышение скорости изменения, ошибка ввода вывода, недостоверность имитация и пр.
Квитирование событий оператором	Да
Режим автоматического квитирования	Да
Звуковое сопровождение событий	Звук по типу события, индивидуально по каждому событию
Отображение событий	Списком на мнемосхеме
Фильтр по важности события	Да
Печать списка событий	Да
Экспорт списка событий	Текстовый файл, книги Microsoft Excel, документ Microsoft Word, Web-страница, файл XML, файл Adobe PDF.
Архивирование событий	Да
<b>Тренды</b>	
Виды трендов	Встроенные тренды мнемосхем, оперативные тренды, архивные тренды
Максимальное количество каналов одного тренда	20
Добавление каналов, изменение параметров каналов	Во время работы
Индивидуальные настройки каждого тренда	Да
Масштабирование трендов	По диапазону ТЕ, автоматическое, масштаб пользователя
Отображение недостоверных значений другим цветом	Да
Вывод значения в точке курсора	Да
Просмотр значений тренда в виде таблицы	Да
Печать трендов	Да
Экспорт значений трендов	Текстовый файл, книги Microsoft Excel, документ Microsoft Word, Web-страница, файл XML, файл Adobe PDF.
<b>Средства архивирования</b>	
Архивирование значений параметров	По выбору
Архивирование событий	По выбору
Способ архивирования значений	По факту изменения, принудительная архивация по команде с мнемосхемы или из программы
Точность хранения временных отметок значений и событий	1 мс
Тип архива	Циклический, с удалением устаревших данных
Максимальная емкость архива	Ограничена только возможностями аппаратуры



Характеристика	Значение
Сроки хранения архивов	Настраиваемые
Типовой срок хранения архива значений	31 сутки
Типовой срок хранения архива событий	365 дней
Средства просмотра архивных трендов	Да
Средства просмотра архива событий	Да
Печать архивных данных	Да
Возможность экспорта архивных данных	Да
<b>Средства диагностики</b>	
Диагностики связи с аппаратным обеспечением ввода-вывода	Да
Диагностика аппаратных ресурсов контроллера	Да
Диагностика аппаратных ресурсов серверов	Да
Диагностика линий связи	Да
Диагностика состояния ПО Каскад-САУ	Да
Диагностика стороннего ПО	Состояние ОС, состояние серверов баз данных
Оповещение оператора о сбоях	Показания на мнемосхемах, события
Архивирование данных диагностики	Да
Обработка данных диагностики в технологических алгоритмах	Да
<b>Средства хранения конфигурации и архивов</b>	
Способ хранения	База данных под управлением SQL сервера
Поддерживаемые сервера БД	Firebird, InterBase
Резервное копирование проектов без блокировки доступа на время копирования	Да
Резервное копирование архива без их остановки на время копирования	Да
Автоматическое резервное копирование по расписанию	Да
Автоматическое восстановление БД после сбоев оборудования, сети	Да
Экспорт конфигурационных и архивных данных в ERP системы и системы третьих производителей	Да
<b>Среда разработки</b>	
Единая среда разработки конфигурации контроллеров и АРМ	Да
Поддержка режима многопользовательской разработки	Да
Единая база данных параметров для контроллеров и АРМ	Да
Наличие средств технологического программирования контроллеров	Да
<b>Средства администрирования и контроля доступа</b>	
Принцип работы	Механизм разрешений и уровней доступа
Ограничение доступа к изменению конфигурации	Да
Ограничение доступа к управлению и квитированию событий	Да
Пользовательские разрешения	30
Возможность ограничения изменения отдельных параметров системы	Да
Группы пользователей с наследованием разрешений и времени доступа	Да
Контроль времени доступа в ходе работы	Да
Контроль бездействия пользователя	Да
Подтверждение выполнения команды управления повторным вводом пароля	Да

## Среда исполнения Каскад-CAU

Среда исполнения Каскад-CAU включает программное обеспечение уровня контроллеров и программное обеспечение уровня АРМ и серверов.

### Среда исполнения контроллеров

Среда исполнения Каскад-CAU уровня контроллеров предназначена для использования в технологических контроллерах для непрерывного управления технологическим процессом. Среда исполнения контроллеров Каскад-CAU может работать на различных платформах под управлением операционной системы QNX или Microsoft Windows или Linux.

В задачу среды исполнения контроллеров входит выполнение следующих функций:

- ввод-вывод данных с оборудования,
- обработка данных в соответствии с технологическими алгоритмами,
- выработка управляющих воздействий,
- выработка событий и тревог,
- передача данных и событий на АРМ оператора, подсистему архивирования,
- передача данных во внешние системы,
- поддержка горячего резервирования процессорных блоков,
- поддержка безударного обновления конфигурации.

В состав среды исполнения контроллеров включены драйверы ввода-вывода данных с различных устройств, как собственного производства, так и производства третьих фирм. Для связи со сторонними системами и оборудованием также включена поддержка ввода-вывода по широко распространенным протоколам и интерфейсам. Полный список поддерживаемого оборудования и протоколов можно посмотреть на специальной странице.

Контроллеры Каскад-CAU поддерживают горячее резервирование процессорных блоков. При этом вместе с технологической обработкой производится синхронизация данных процессорных блоков. В системе с резервированием процессорных блоков, контроллеры Каскад-CAU равноправны и каждый из них может исполнять роль как ведущего, так и ведомого. Выработка решения о переключении режима «Ведущий/Ведомый» контроллеров производится на аппаратном уровне специализированным аппаратным модулем.

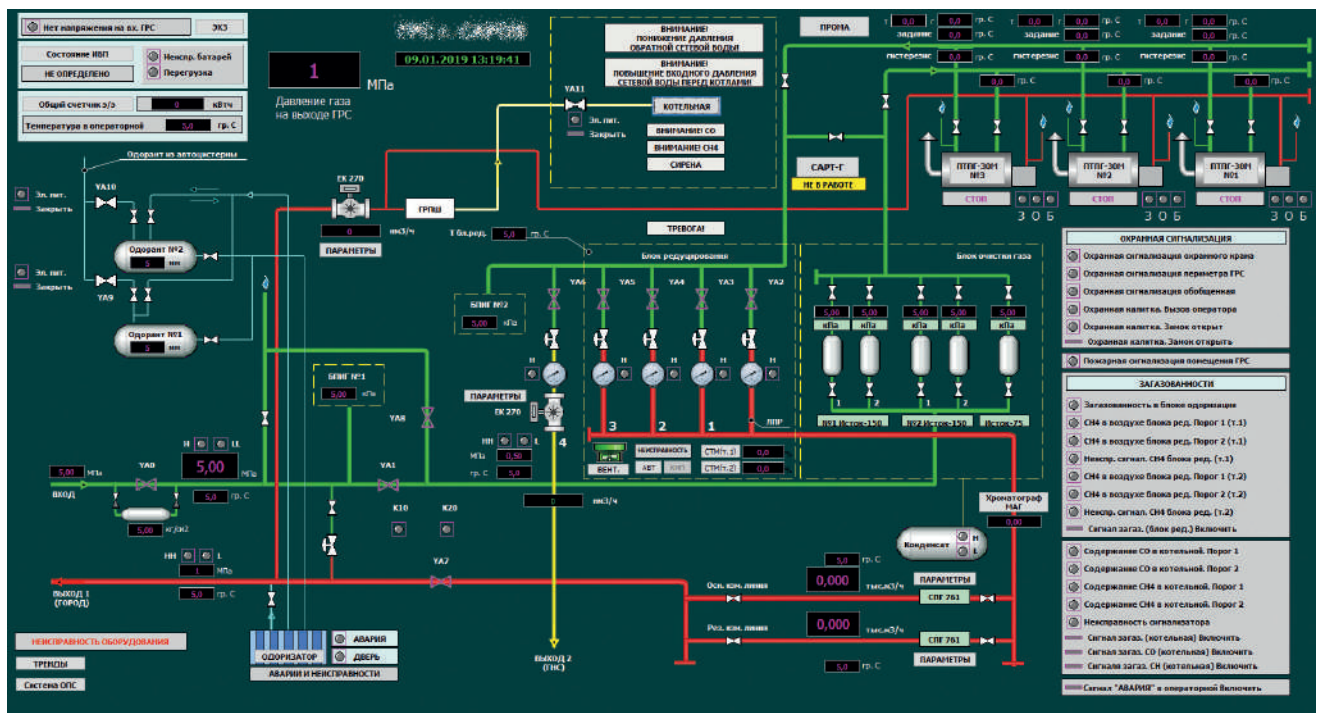
Отличительной возможностью среды исполнения контроллеров Каскад-CAU является возможность безударного изменения конфигурации без остановки контроллера. В частности, это означает, что для добавления нового канала ввода-вывода не потребуется перезагрузка контроллера, а добавление или изменение одного алгоритма не затронет работу других алгоритмов.

### Среда исполнения АРМ и серверов

Среда исполнения Каскад-CAU уровня АРМ и серверов предназначена для использования на рабочих местах операторов, архивных и коммуникационных серверах. Среда исполнения АРМ и серверов Каскад-CAU работает под управлением операционной системы Microsoft Windows.

Среда исполнения АРМ и серверов выполняет следующие функции:

- прием данных и событий с контроллеров,
- отображение полученных данных на мнемосхемах, трендах и окне системы событий,
- прием команд управления от оператора и передача их на контроллеры,
- архивирование технологических данных,
- формирование отчетов,
- обмен данными с вышестоящими системами сбора данных и управления.



Уникальной особенностью среды исполнения АРМ Каскад-CAU является возможность одновременного запуска на одном рабочем месте нескольких независимых АРМ Оператора и архивов, работающих с разными контроллерами. Это позволяет использо-

вать одно рабочее место одновременно и для просмотра, и для архивирования, и для передачи данных в вышестоящие системы. Причем все перечисленные функции могут выполняться в произвольной комбинации для одного или нескольких контроллеров одновременно.



Программное обеспечение Каскад-CAU предоставляет возможность обмена данными с любой системой третьих производителей на основе широко распространенных протоколов. В состав среды исполнения APM включен сервер OPC Data Access (версии 2.0 и 3.0), что позволяет легко интегрировать Каскад-CAU с любой системой сторонних производителей, поддерживающей стандарт OPC.

В состав Каскад-CAU входит программное обеспечение архивных серверов. Архивированию в Каскад-CAU подлежат все без исключения события, значения по выбранным параметрам, а также отчеты. Сроки хранения данных в архиве Каскад-CAU настраиваемые и могут быть легко изменены в соответствии с конкретными требованиями к системе. Максимальная емкость архива Каскад-CAU ограничивается лишь объемом доступного дискового пространства архивного сервера.



Для хранения архивов в Каскад-CAU используются базы данных InterBase или Firebird. Такой подход позволяет обеспечить гарантированную целостность записанных данных в сочетании с многопользовательским доступом к архивам. Используемые в Каскад-CAU технологии архивирования позволяют достичь скорости записи свыше 3000 именений в секунду.

На все компоненты Каскад-CAU поставляется документация, выполненная в соответствии с требованиями ГОСТ. Вся документация и интерфейс Каскад-CAU выполнен на русском языке.

## Среда разработки Каскад-CAU

Среда разработки Каскад-CAU - это набор редакторов, предназначенных для программирования контроллеров и операторского интерфейса Каскад-CAU.

Программирование контроллеров Каскад-CAU осуществляется с использованием языков программирования международного стандарта IEC 1131-3. Языки программирования Каскад-CAU включают в себя язык функциональных блоков FBD и язык структурированного текста ST. Реализация этих языков в Каскад-CAU не только полностью удовлетворяет требованиям стандарта IEC 1131-3, но и предоставляет набор дополнительных функциональных блоков управления и обработки параметров.

Интерфейс взаимодействия с оператором создается с помощью редактора мнемосхем. Возможности Каскад-CAU позволяют создавать технологические мнемосхемы с поддержкой анимации и звукового сопровождения процесса на уровне современных средств анимации.

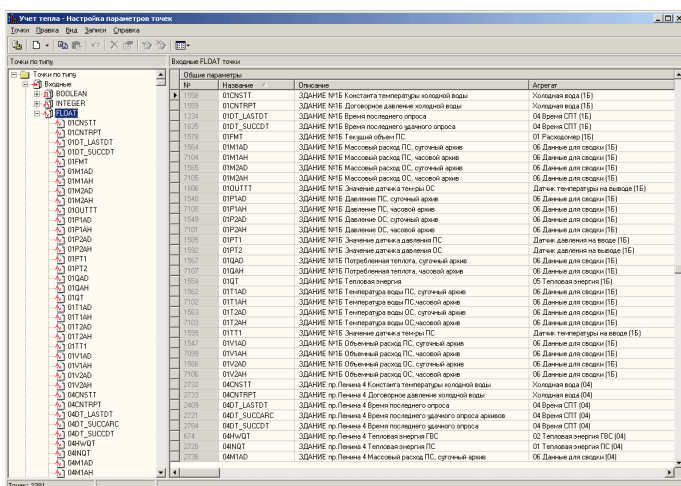
В состав среды разработки также включены следующие редакторы:

- редактор точек (каналов ввода-вывода);
- программа настройки карт управления;
- диспетчер пользователей;
- программа настройки сводок.

## Особенности среды разработки

Среда разработки Каскад-CAU обладает рядом особенностей, отличающих ее от подобных систем других производителей:

- единая база данных каналов контроллеров и APM;
- разработка распределенных систем в рамках одного проекта;
- поддержка многопользовательского режима разработки;
- встроенные средства автоматического резервного копирования.



№	Имя	Описание	Адрес
1700	PT0001	ЗДАНИЕ МПЕ Константа температуры холодной воды	Уголковая вода (1E)
1701	PT0002	ЗДАНИЕ МПЕ Долговременное давление холодной воды	Уголковая вода (1E)
1702	PT0003	ЗДАНИЕ МПЕ Время последнего опроса	Об. Время СТИ (1E)
1703	PT0004	ЗДАНИЕ МПЕ Время последнего значения опроса	Об. Время СТИ (1E)
1704	PT0005	ЗДАНИЕ МПЕ Текущий объем ПС	Об. Рабочий (1E)
1705	PT0006	ЗДАНИЕ МПЕ Массовый расход ПС, суточный архив	Об. Данные для сервера (1E)
1706	PT0007	ЗДАНИЕ МПЕ Массовый расход ПС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1707	PT0008	ЗДАНИЕ МПЕ Массовый расход ПС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1708	PT0009	ЗДАНИЕ МПЕ Массовый расход ПС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1709	PT0010	ЗДАНИЕ МПЕ Массовый расход ПС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1710	PT0011	ЗДАНИЕ МПЕ Значение датчика температуры ОС	Датчик температуры на выходе (1E)
1711	PT0012	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, суточный архив	Об. Данные для сервера (1E)
1712	PT0013	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1713	PT0014	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1714	PT0015	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1715	PT0016	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1716	PT0017	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1717	PT0018	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1718	PT0019	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1719	PT0020	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1720	PT0021	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1721	PT0022	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1722	PT0023	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1723	PT0024	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1724	PT0025	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1725	PT0026	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1726	PT0027	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1727	PT0028	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1728	PT0029	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1729	PT0030	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1730	PT0031	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1731	PT0032	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1732	PT0033	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1733	PT0034	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1734	PT0035	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1735	PT0036	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1736	PT0037	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1737	PT0038	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1738	PT0039	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1739	PT0040	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1740	PT0041	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1741	PT0042	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1742	PT0043	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1743	PT0044	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1744	PT0045	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1745	PT0046	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1746	PT0047	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1747	PT0048	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1748	PT0049	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1749	PT0050	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1750	PT0051	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1751	PT0052	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1752	PT0053	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1753	PT0054	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1754	PT0055	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1755	PT0056	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1756	PT0057	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1757	PT0058	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1758	PT0059	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1759	PT0060	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1760	PT0061	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1761	PT0062	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1762	PT0063	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1763	PT0064	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1764	PT0065	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1765	PT0066	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1766	PT0067	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1767	PT0068	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1768	PT0069	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1769	PT0070	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1770	PT0071	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1771	PT0072	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1772	PT0073	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1773	PT0074	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1774	PT0075	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1775	PT0076	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1776	PT0077	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1777	PT0078	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1778	PT0079	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1779	PT0080	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1780	PT0081	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1781	PT0082	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1782	PT0083	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1783	PT0084	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1784	PT0085	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1785	PT0086	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1786	PT0087	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1787	PT0088	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1788	PT0089	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1789	PT0090	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1790	PT0091	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1791	PT0092	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1792	PT0093	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1793	PT0094	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1794	PT0095	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1795	PT0096	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1796	PT0097	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1797	PT0098	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1798	PT0099	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)
1799	PT0100	ЗДАНИЕ МПЕ Давление ОС, часовой архив	Об. Данные для сервера (1E)

В Каскад-CAU используется единая база данных параметров контроллеров и APM. Такой подход позволяет исключить дублирование параметров, что характерно для систем с отдельным программированием уровня контроллера и уровня отображения. Кроме того, при таком подходе отпадает всякая необходимость переноса и синхронизации базы данных параметров между отдельными клиентскими рабочими местами. Это максимально облегчает подключение дополнительных APM - достаточно лишь установить программное обеспечение Каскад-CAU на новое рабочее место и указать путь к проекту для работы.

Разработка и управление множеством технологических объектов осуществляется в Каскад-CAU в рамках единого проекта. Это означает, что:

- контроллер одного объекта может использовать любой параметр контроллера другого объекта, входящего в тот же самый проект;
- можно осуществлять разработку и отладку всех объектов из состава проекта одновременно на одном рабочем месте;
- на одном рабочем месте одновременно могут быть запущены APM двух или более различных объектов.

Режим многопользовательской разработки проекта реализован в Каскад-CAU, начиная с самой первой версии, выпущенной в 1996 году. Пользователи на разных клиентских рабочих местах могут одновременно осуществлять разработку системы без нарушения целостности проекта и без привлечения дополнительных средств и усилий на синхронизацию изменений.

Встроенные средства автоматического резервного копирования позволяют выполнять резервное копирование проектов и архивов Каскад-CAU без участия персонала в соответствии с указанным расписанием. Процесс резервного копирования архивов не требует их остановки на время копирования, что особо актуально для построения систем с повышенной надежностью.

## Глоссарий

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) — группа решений технических и программных средств, предназначенных для автоматизации управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях. Может иметь связь с более общей автоматизированной системой управления предприятием (АСУП).

Под АСУ ТП обычно понимается целостное решение, обеспечивающее автоматизацию основных операций технологического процесса на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершенное изделие.

ПЛК – программируемый логический контроллер, представляют собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени.



Принцип работы ПЛК несколько отличается от «обычных» микропроцессорных устройств. Программное обеспечение универсальных контроллеров состоит из двух частей. Первая часть это системное программное обеспечение. Проводя аналогию с компьютером можно сказать, что это операционная система, т.е. управляет работой узлов контроллера, взаимосвязи составляющих частей, внутренней диагностикой. Системное программное обеспечение ПЛК расположено в постоянной памяти центрального процессора и всегда готово к работе.

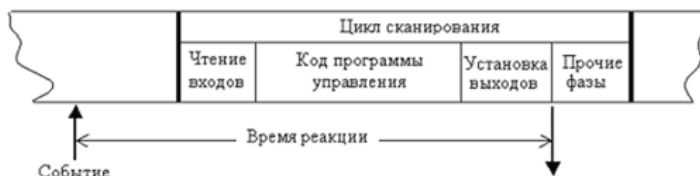
По включению питания, ПЛК готов взять на себя управление системой уже через несколько миллисекунд. ПЛК работают циклически по методу периодического опроса входных данных.

Рабочий цикл ПЛК включает 4 фазы:

1. Опрос входов
2. Выполнение пользовательской программы
3. Установку значений выходов
4. Некоторые вспомогательные операции (диагностика, подготовка данных для отладчика, визуализации и т. д.).

Выполнение 1 фазы обеспечивается системным программным обеспечением. После чего управление передается прикладной программе, той программе, которую вы сами записали в память, по этой программе контроллер делает то что вы пожелаете, а по ее завершению управление опять передается системному уровню. За счет этого обеспечивается максимальная простота построения прикладной программы – ее создатель не должен знать, как производится управление аппаратными ресурсами. Необходимо знать с какого входа приходит сигнал и как на него реагировать на выходах.

Очевидно, что время реакции на событие будет зависеть от времени выполнения одного цикла прикладной программы. Определение времени реакции – времени от момента события до момента выдачи соответствующего управляющего сигнала – поясняется на рисунке:



### Языки программирования ПЛК

При создании системы управления технологического процесса, всегда существует проблема по взаимопониманию программиста и технологов. Технолог скажет «нам надо немного подсыпать, чуть подмешать, еще подсыпать и чуть нагреть». И мало когда следует ждать от технолога формализованного описания алгоритма. И получалось так, что программисту нужно долго вникать в тех. Процесс, потом писать программу. Зачастую при таком подходе программист остается единственным человеком, способным разобраться в своем творении, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Такая ситуация породила стремление создание технологических языков программирования, доступные инженерам и технологам и максимально упрощающим процесс программирования.

За последнее десятилетие появилось несколько технологических языков. Более того, Международной Электротехнической Комиссией разработан стандарт МЭК-61131-3, концентрирующий все передовое в области языков программирования для систем автоматизации технологических процессов. Этот стандарт требует от различных изготовителей ПЛК предлагать команды, являющиеся одинаковыми и по внешнему виду, и по действию.

Стандарт специфицирует 5 языков программирования:

Sequential Function Chart (SFC) – язык последовательных функциональных блоков;

Function Block Diagram (FBD) – язык функциональных блоковых диаграмм;

Ladder Diagrams (LAD) – язык релейных диаграмм;

Statement List (STL) – язык структурированного текста, язык высокого уровня (напоминает собой Паскаль);

Instruction List (IL) – язык инструкций, это типичный ассемблер с аккумулятором и переходам по метке.

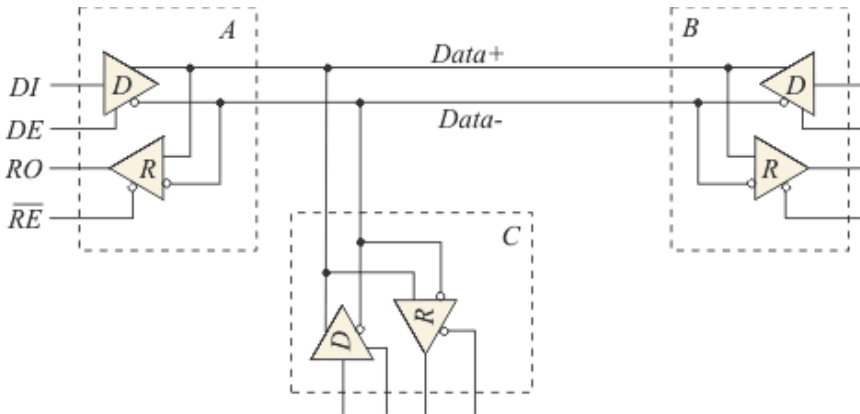
### Интерфейсы RS-485 и RS-422

Интерфейсы RS-485 и RS-422 описаны в стандартах ANSI EIA/TIA\*-485-A и EIA/TIA-422. Интерфейс RS-485 является наиболее распространенным в промышленной автоматизации. Его используют промышленные сети Modbus, Profibus DP, ARCNET, BitBus, WorldFip, LON, Interbus и множество нестандартных сетей. Связано это с тем, что по всем основным показателям данный интерфейс является наилучшим из всех возможных при современном уровне развития технологии.

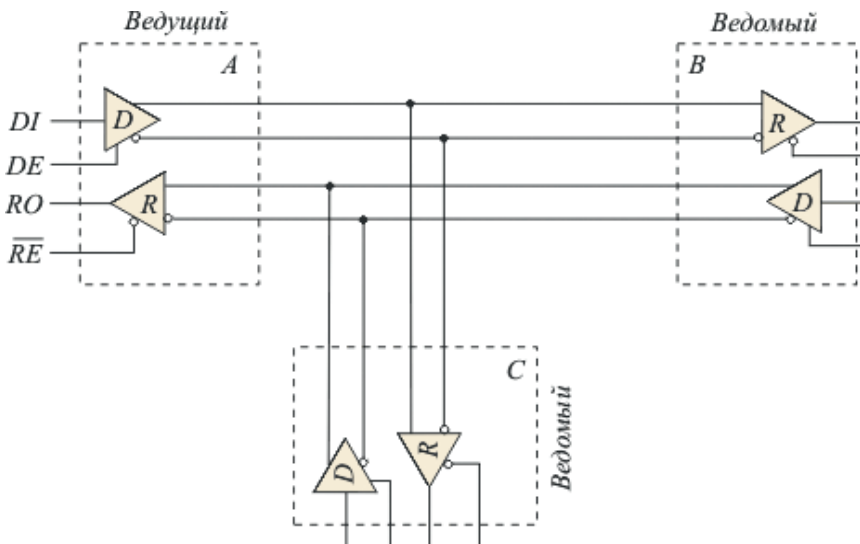
Основными его достоинствами являются:

- двусторонний обмен данными всего по одной витой паре проводов;
- работа с несколькими трансиверами, подключенными к одной и той же линии, т. е. возможность организации сети;
- большая длина линии связи;
- достаточно высокая скорость передачи.

#### Соединение трех устройств с интерфейсом RS-485 по двухпроводной схеме



#### Четырехпроводное соединение устройств с интерфейсом RS-485



В последнее время появилось много микросхем трансиверов интерфейса RS-485, которые имеют более широкие возможности, чем установленные стандартом. Однако для обеспечения совместимости устройств между собой необходимо знать параметры, описанные в стандарте (см. таблицу Параметры интерфейса).

#### Параметры интерфейса RS-485, установленные стандартом

Параметр	Условие	Мин.	Макс.	Единица измерения
Выходное напряжение передатчика без нагрузки	$R_{нагр} = 0$	1,5 -1,5	6 -6	В
Выходное напряжение передатчика с нагрузкой	$R_{нагр} = 54 \text{ Ом}$	1,5 -1,5	5 -5	В
Ток к. з. передатчика	К. з. выхода на источник питания +12 В или на -7 В	-	±250	мА
Длительность переднего фронта импульсов передатчика	$R_{нагр} = 54 \text{ Ом}$ $C_{нагр} = 50 \text{ пФ}$	-	30	% от ширины импульса
Синфазное напряжение на выходе передатчика	$R_{нагр} = 54 \text{ Ом}$	-	3	В
Чувствительность приемника	При синфазном напряжении от -7 до +12 В	-	±200	мВ
Синфазное напряжение на входе приемника		-7	12	В
Входное сопротивление приемника		12	-	кОм
Максимальная скорость передачи	Кабель длиной: 12 м 1200 м	10 100	-	Мбит/с Кбит/с

**Примечание.** Передатчик должен выдерживать режим короткого замыкания как между своими выходами, так и замыкание их на +12 В или -7 В.

### Выбор кабеля

В зависимости от скорости передачи и необходимой длины кабеля можно использовать либо специально спроектированный для интерфейса RS-485 кабель, либо практически любую пару проводов. Кабель, спроектированный специально для интерфейса RS-485, является витой парой с волновым сопротивлением 120 Ом.

Для хорошего подавления излучаемых и принимаемых помех важно большое количество витков на единицу длины кабеля, а также идентичность параметров всех проводов.

При использовании неизолированных трансиверов интерфейса кроме сигнальных проводов в кабеле необходимо предусмотреть еще одну витую пару для соединения цепей заземления соединяемых интерфейсов. При наличии гальванической изоляции интерфейсов этого делать не нужно.

Кабели могут быть экранированными или нет. Без эксперимента очень трудно решить, нужен ли экран. Однако, учитывая, что стоимость экранированного кабеля не намного выше, лучше всегда использовать кабель с экраном.

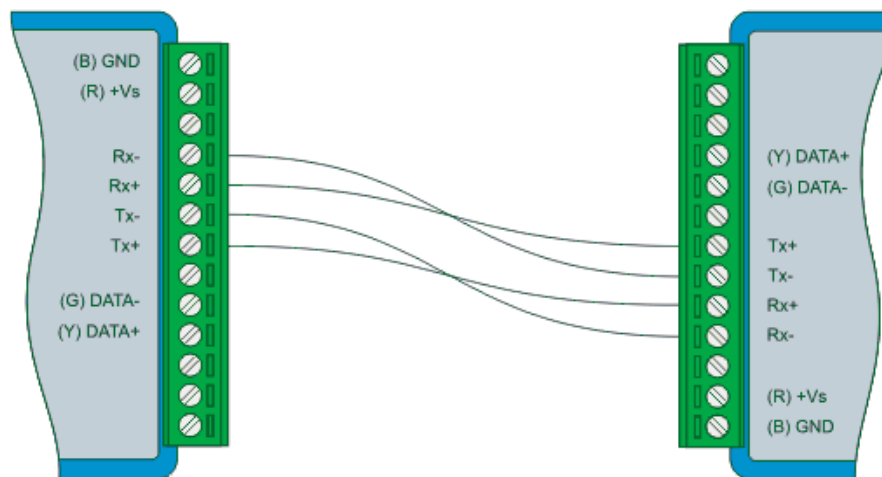
### Интерфейсы RS-232 и RS-422

Интерфейс RS-422 используется гораздо реже, чем RS-485 и, как правило, не для создания сети, а для соединения двух устройств на большом расстоянии (до 1200 м), поскольку интерфейс RS-232 работоспособен только на расстоянии до 15 м. Каждый передатчик RS-422 может быть нагружен на 10 приемников. Интерфейс работоспособен при напряжении общего вида до  $\pm 7$  В.

На рисунке показан пример соединения двух интерфейсов RS-422 преобразователей типа NL-232C фирмы RealLab! с целью увеличения дальности связи двух устройств.

В таблице "Сравнение интерфейсов RS-232, RS-422 и RS-485" приведено сравнение основных характеристик трех наиболее популярных интерфейсов, используемых в промышленной автоматизации.

### Соединение двух модулей преобразователей интерфейса RS-232/RS-422



### Сравнение интерфейсов RS-232, RS-422 и RS-485

Параметр	RS-232	RS-422	RS-485
Способ передачи сигнала	Однофазный	Дифференциальный	Дифференциальный
Максимальное количество приемников	1	10	32
Максимальная длина кабеля	15 м	1200 м	1200 м
Максимальная скорость передачи	460 кбит/с	10 Мбит/с	30 Мбит/с**
Синфазное напряжение на выходе	$\pm 25$ В	-0,25...+6 В	-7...+12 В
Напряжение в линии под нагрузкой	$\pm 5... \pm 15$ В	$\pm 2$ В	$\pm 1,5$ В
Импеданс нагрузки	3...7 кОм	100 Ом	54 Ом
Ток утечки в «третьем» состоянии	-	-	$\pm 100$ мкА
Допустимый диапазон сигналов на входе приемника	$\pm 15$ В	$\pm 10$ В	-7...+12 В
Чувствительность приемника	$\pm 3$ В	$\pm 200$ мВ	$\pm 200$ мВ
Входное сопротивление приемника	3...7 кОм	4 кОм	12 кОм

**Примечание.** \*\*Скорость передачи 30 Мбит/с обеспечивается современной элементной базой, но не является стандартной.

### Протоколы передачи данных

Протокол Modbus и сеть Modbus [Modbus - Modicon] являются самыми распространенными в мире. Несмотря на свой возраст (стандартом де-факто Modbus стал еще в 1979 году), Modbus не только не устарел, но, наоборот, существенно возросло количество новых разработок и объем организационной поддержки этого протокола. Миллионы Modbus-устройств по всему миру продолжают успешно работать, а последняя версия описания протокола появилась в декабре 2006 г. [Modbus].

Одним из преимуществ Modbus является отсутствие необходимости в специальных интерфейсных контроллерах (Profibus и CAN

требуют для своей реализации заказные микросхемы), простота программной реализации и элегантность принципов функционирования. Все это снижает затраты на освоение стандарта как системными интеграторами, так и разработчиками контроллерного оборудования. Высокая степень открытости протокола обеспечивается также полностью бесплатными текстами стандартов, которые можно скачать с сайта [www.modbus.org](http://www.modbus.org).

В России Modbus по распространенности конкурирует только с Profibus. Популярность протокола в настоящее время объясняется, прежде всего, совместимостью с большим количеством оборудования, которое имеет протокол Modbus. Кроме того, Modbus имеет высокую достоверность передачи данных, связанную с применением надежного метода контроля ошибок. Modbus позволяет унифицировать команды обмена благодаря стандартизации номеров (адресов) регистров и функций их чтения-записи.

Основным недостатком Modbus является сетевой обмен по типу "ведущий/ведомый", что не позволяет ведомым устройствам передавать данные по мере их появления и поэтому требует интенсивного опроса ведомых устройств ведущим.

Разновидностями Modbus являются протоколы Modbus Plus [Modicon] - многомастерный протокол с кольцевой передачей маркера и Modbus TCP [Modbus], рассчитанный на использование в сетях Ethernet и интернет.

Протокол Modbus имеет два режима передачи: RTU (Remote Terminal Unit – «удаленное терминальное устройство») и ASCII. Стандарт предусматривает, что режим RTU в протоколе Modbus должен присутствовать обязательно, а режим ASCII является опциональным. Пользователь может выбирать любой из них, но все модули, включенные в сеть Modbus, должны иметь один и тот же режим передачи.

Мы рассмотрим только протокол Modbus RTU, поскольку Modbus ASCII в России практически не используется. Отметим, что Modbus ASCII нельзя путать с частно-фирменным протоколом DCON, который используется в модулях фирм Advantech и ICP DAS и не соответствует стандарту Modbus.

Стандарт Modbus предусматривает применение физического интерфейса RS-485, RS-422 или RS-232. Наиболее распространенным для организации промышленной сети является 2-проводной интерфейс RS-485. Для соединений точка-точка может быть использован интерфейс RS-232 или RS-422.

В стандарте Modbus имеются обязательные требования, рекомендуемые и опциональные (необязательные). Существует три степени соответствия стандарту: «полностью соответствует» - когда протокол соответствует всем обязательным и всем рекомендуемым требованиям, «условно соответствует» - когда протокол соответствует только обязательным требованиям и не соответствует рекомендуемым, и «не соответствует».

Модель OSI протокола Modbus содержит три уровня: физический, канальный и прикладной.

#### Модель OSI для Modbus

Номер уровня	Название уровня	Реализация
7	Прикладной	MODBUS Application Protocol
6	Уровень представления	Нет
5	Сеансовый	Нет
4	Транспортный	Нет
3	Сетевой	Нет
2	Канальный (передачи данных)	Протокол «ведущий/ведомый» Режимы RTU и ASCII
1	Физический	RS-485 или RS-232

#### Промышленный Ethernet

Ethernet появился более 30 лет назад. В настоящее время под Ethernet понимают семейство продуктов для локальных сетей, которые соответствуют стандарту IEEE 802.3. Промышленному применению стандарта долгое время мешал метод случайного доступа к сети, не гарантировавший доставку сообщения в короткое и заранее известное время. Однако эта проблема была решена применением коммутаторов (см. ниже). Доля Ethernet среди установленных промышленных сетей в 2000 году составляла 11%, в 2005 г. - уже 23% [Xi]. В настоящее время (с 2004 по 2009 год) рынок промышленного Ethernet растет со скоростью 51% в год [Prytz], он стал промышленным стандартом и имеется большой выбор оборудования, удовлетворяющего промышленным требованиям. Недостатком промышленного Ethernet является относительно высокая цена: Ethernet модули ввода-вывода в среднем в 2 раза дороже аналогичных Modbus-устройств.

Внедрению Ethernet в промышленность способствовали следующие его качества:

- высокая скорость передачи (до 10 Гбит/с) и соответствие требованиям жесткого реального времени при высоком быстродействии (например, при управлении движением);
- простота интеграции с Internet и Intranet, в том числе по протоколам прикладного уровня SNMP (Simple Network Management Protocol), FTP, MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions), HTTP;
- простота интеграции с офисными сетями;
- наличие большого числа специалистов по обслуживанию Ethernet;
- по-настоящему открытые решения;
- возможность организации многомастерных сетей;
- неограниченные возможности по организации сетей самых разнообразных топологий;
- широкое применение в офисных сетях, что обеспечило экономическую эффективность технической поддержки стандарта со стороны международных организаций по стандартизации;
- появление недорогих коммутаторов, решивших проблему недетерминированности Ethernet.

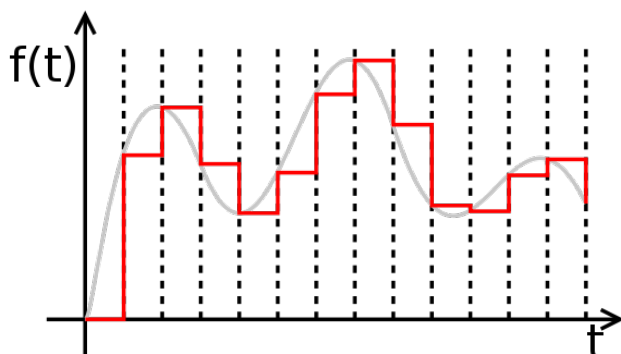
Продвижением и технической поддержкой промышленного Ethernet занимается Industrial Ethernet Association (IEA, [www.industrialethernet.com](http://www.industrialethernet.com)), которая была организована в 1999 году по инициативе шести компаний (Synergetic Micro Systems, Grayhill, HMS Fieldbus Systems, Hilscher, Contemporary Controls и Richard Hirschmann).

Существуют 4 стандартные скорости передачи данных в сетях Ethernet по оптоволоконному кабелю и витой паре проводов: 10 Мбит/с, 100 Мбит/с, 1 Гбит/с и 10 Гбит/с. Ethernet имеет несколько модификаций, структура наименований которых имеет следующий вид: <скорость передачи>Base<дополнительные обозначения>. Скорость указывается цифрой в Мбит/с или в Гбит/с, в последнем случае к цифре добавляется буква G. Буквы после "Base" означают тип кабеля (T - "Twisted pair" - "витая пара", F - "Fiber optic" - "оптоволоконный", S - "Short wavelength optic" - "оптический коротковолновый", L - "Long wavelength" - "длинноволновый", C - "short Copper cable"). Символ "X" означает наличие блока кодирования на физическом уровне. В тексте стандарта IEEE 802.3-2005 [IEEE] приводится 44 варианта таких обозначений. Например, 10Base T означает спецификацию физического уровня для скорости 10 Мбит/с с методом доступа CSMA/CD и с использованием двух витых пар проводов; 100Base-FX - для скорости 100 Мбит/с, CSMA/

CD с применением двух многомодовых оптических кабелей.

### ЦАП и АЦП

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) — устройство для преобразования цифрового (обычно двоичного) кода в аналоговый сигнал (ток, напряжение или заряд). Цифро-аналоговые преобразователи являются интерфейсом между дискретным цифровым миром и аналоговыми сигналами.



Аналого-цифровой преобразователь [1][2][3] (АЦП, англ. Analog-to-digital converter, ADC) — устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в дискретный код (цифровой сигнал).

Обратное преобразование осуществляется при помощи цифро-аналогового преобразователя (ЦАП, DAC).

### SCADA-система

SCADA (аббр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных) — программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.



Неисправностью называется состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному своему параметру, указанному в эксплуатационной документации.

### Надежность и резервирование

Неработоспособностью называется состояние объекта, при котором он не способен выполнять хотя бы одну из своих функций, описанных в эксплуатационной документации. Например, контроллер, у которого отказал один из каналов ввода, является работоспособным, но неисправным, если этот канал не используется.

Дефектом называется каждое отдельное несоответствие объекта установленным требованиям (ГОСТ 15467-79) [ГОСТ]. Отказом называется событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта. Факт отказа устанавливается на основании некоторых критериев отказа, т.е. признаков, позволяющих судить о нарушении работоспособности.

В результате отказа объект становится неисправным. Отказы возникают вследствие применения ненадежных схмотехнических



решений на стадии проектирования контроллеров, электронных компонентов, изготовленных с нарушением техпроцесса, применения некачественных материалов, нарушения технологических режимов пайки, неточной установки компонентов на печатную плату, старения материалов, некачественного технологического оборудования, низкой культуры производства, отсутствия надежных методов контроля, работы компонентов в предельных электрических режимах, нарушений условий эксплуатации и т. п.

Наработкой называется продолжительность работы объекта, выражаемая в единицах времени или в количестве циклов (например, циклов срабатывания реле). Различают наработку до отказа (от начала эксплуатации до первого отказа) и наработку между отказами (от начала работы после ремонта до очередного отказа). Используют также средние значения этих величин. Среднюю наработку между отказами называют наработкой на отказ, в отличие от средней наработки до отказа.

Безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или наработки.

Живучесть - свойство объекта сохранять ограниченную работоспособность при неисправностях или отказе некоторых компонентов. Этот термин наиболее близок международному термину "fault-tolerance" (дословно - "допустимость неисправностей"), который часто переводят как "отказоустойчивость". Термин "отказоустойчивость" в ГОСТ 27.002-89 используется, но его значения стандартом не определено. Мы будем использовать его в сочетании "отказоустойчивая система" как более компактный синоним понятия "система, обладающая свойством безотказности после отказа отдельных элементов".

Вероятность безотказной работы - вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ не возникнет.

Коэффициент готовности - вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме запланированных периодов, в течение которых его работа по назначению не предусматривается. Высокая готовность системы обеспечивается избыточностью, допустимостью сбоев, автоматическим контролем ошибок и диагностированием (ГОСТ Р 51840-2001 [ГОСТ]).

Резервирование может быть общим, когда резервируется система в целом, и отдельным (поэлементным), когда резервируются отдельные элементы системы. В случае, когда в системе много однотипных элементов (например, модулей ввода сигналов термодатчиков), число резервных элементов может быть в несколько раз меньше, чем резервируемых.

Кратность резерва - отношение числа резервных элементов к числу резервируемых, которое выражается несокращаемой дробью. В частности, в соответствии с ГОСТ 27.002-89, кратность резерва 3:2 нельзя представлять как 1,5 и иногда используемый термин "полуторное резервирование" не соответствует стандарту. При сокращении дроби исчезает важная информация об общем количестве элементов в системе. Дублированием называют резервирование с кратностью резерва один к одному.

**Постоянное резервирование** (к нему относится мажоритарное резервирование и метод голосования) - резервирование с нагруженным резервом, при котором все элементы в резервированной системе выполняют одну и ту же функцию и являются равноправными, а выбор одного из сигналов на их выходе выполняется схемой "голосования", без переключений. Постоянное резервирование позволяет получить системы с самым высоким коэффициентом готовности.

**Резервирование замещением** - резервирование, при котором функции основного элемента передаются резервному только после отказа основного элемента. Резервирование замещением может быть с холодным, теплым или горячим резервом. Его недостатком является зависимость от надежности переключающих устройств.

**Нагруженный резерв** ("горячий резерв") - резервный элемент, который находится в таком же режиме, как и основной. Недостатком горячего резерва является уменьшение ресурса с течением времени. В системах автоматизации с горячим резервом переход на резерв может занимать время от нескольких миллисекунд до единиц секунд.

**Облегченный резерв** ("теплый резерв") - резервный элемент, находящийся в менее нагруженном состоянии, чем основной. Например, резервный компьютер в "спящем" режиме является облегченным резервом.

**Ненагруженный резерв** ("холодный резерв") - резервный элемент, находящийся в ненагруженном режиме до начала его использования вместо основного элемента. Ненагруженный резерв позволяет получить системы с самой высокой надежностью, но с низким коэффициентами готовности. Они эффективны в случае, когда система не критична к времени простоя величиной в несколько минут.

Основное отличие между "горячим", "холодным" и "теплым" резервом состоит в длительности периода переключения на резерв. При горячем резервировании контроллеров время переключения составляет от единиц миллисекунд до долей секунды, при теплом - секунды, холодном - минуты. Поэтому время переключения на резерв иногда рассматривают как основной признак при классификации резервирования замещением.

**Надежность** - это свойство объекта сохранять во времени значения всех параметров и выполнять требуемые функции в заданных условиях применения. Надежность является составным понятием. Оно может включать в себя понятия безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. В промышленной автоматизации для количественной оценки надежности чаще всего используется параметр "наработка на отказ" или "интенсивность отказов", а в системах безопасности - "вероятность отказа при наличии запроса" [Смит, МЭК].