

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **039975**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.04.05**

(51) Int. Cl. **G05B 19/042** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201800634**

(22) Дата подачи заявки  
**2018.12.26**

---

(54) **ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР И СИСТЕМА ВВОДА/  
ВЫВОДА**

---

(43) **2020.06.30**

(56) RU-C1-2101757

(96) **2018000169 (RU) 2018.12.26**

RU-U1-83146

US-A-4270184

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и  
патентовладелец:

US-A1-20150192918

**АЙЗИН ВЛАДИМИР САУЛОВИЧ  
(RU)**

---

(57) Настоящее изобретение относится к автоматике и вычислительной технике и может быть использовано в системах диспетчеризации и автоматизированного контроля и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности, на объектах энергетики, зданиях и на объектах ЖКХ. Технический результат, который получают в результате использования данного изобретения, заключается в повышении надежности работы контроллера. Указанный результат получают за счет конструкции программируемого логического контроллера, включающего по меньшей мере один процессорный модуль (ПМ) и систему ввода/вывода (СВВ), связанные между собой кабелем передачи информации и/или посредством радиосвязи, где система ввода/вывода (СВВ) содержит по меньшей мере одно устройство обработки (УО) и блоки подключения и преобразования (БПП), при этом устройство обработки (УО) представляет собой по меньшей мере один модуль обработки (МО), который монтируется на установочную платформу (УП) с выполненными на ней разъемами, через которые обеспечивается подключение к блокам подключения и преобразования (БПП) и по меньшей мере к одному процессорному модулю (ПМ), а блоки подключения и преобразования (БПП) состоят из платформы подключения (ПП) и модуля преобразования (МП), при этом платформа подключения (ПП) содержит клеммник для подключения датчиков и исполнительных механизмов и по меньшей мере один разъем для подключения кабелей связи с устройством обработки (УО).

**B1**

**039975**

**039975 B1**

### Область техники

Настоящее изобретение относится к автоматике и вычислительной технике и может быть использовано в системах диспетчеризации и автоматизированного контроля и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности, на объектах энергетики, зданиях и на объектах ЖКХ.

### Уровень техники

Контроллеры выполняют сбор и обработку аналоговых и дискретных информационных сигналов с первичных преобразователей и приборов в схемах автономного управления или в составе распределенной системы управления, а также формирование и выдачу управляющих воздействий на объект управления. Они функционируют в ответственных системах, где требуется высокая надежность работы оборудования.

Из уровня техники известны программируемые контроллеры, выпускаемые компанией ТЕКОН (<http://tecon.ru/prodykciia/kontrollery>) или компанией TREI (<http://trei.biz/controllers/>), контроллеры компании SIEMENS (Германия) (<http://cxem.net/promelectr/promelectr11.php>), контроллеры компании ICP DAS (Тайвань) (<https://insat.ru/products/?category=420>), контроллеры компании Advantech (Тайвань) (<https://insat.ru/products/?category=419>), в состав которых входят модули центрального процессора (ЦП), модули ввода/вывода, крейты, источники питания (ИП) и вспомогательное оборудование.

Известны программируемые контроллеры, описанные в патенте РФ № 171436, опубл. 31.05.2017, кл. G05B 19/042, G06K 9/00 или в патенте РФ № 115939, опубл. 10.05.2012, кл. G06F 9/00, включающие процессорный модуль, модули ввода/вывода аналоговых и дискретных сигналов, вспомогательное оборудование.

В качестве недостатка указанных контроллеров можно назвать наличие большого количества отдельных модулей ввода/вывода, т.к. для каждого типа сигнала (дискретные или аналоговые, входные или выходные, токовые, потенциальные, релейные, температурные и другие типы сигналов) используются различные типы модулей ввода/вывода и для каждого типа сигналов в зависимости от создаваемой системы управления может использоваться несколько соответствующих модулей ввода/вывода. С ростом числа модулей ввода/вывода увеличивается количество запросов и команд, которые надо передавать по линиям их связи с процессорными модулями. Это удлиняет цикл опроса и снижает надежность работы контроллера за счет роста числа электронных компонентов контроллера.

Техническая проблема, на решение которой направлено заявляемое изобретение, состоит в необходимости сократить время сбора информации и передачи команд между процессорными модулями и модулями ввода/вывода за счет сокращения их числа.

Технический результат, который получают в результате использования данного изобретения, заключается в повышении надежности работы контроллера. Где под "надежностью" понимают свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования, а также минимизации времени восстановления работоспособности при возникновении сбоя в работе.

Указанный результат получают за счет конструкции программируемого логического контроллера, включающего по меньшей мере один процессорный модуль (ПМ) и систему ввода/вывода (СВВ), связанные между собой кабелем передачи информации и/или посредством радиосвязи, где система ввода/вывода (СВВ) содержит по меньшей мере одно устройство обработки (УО) и блоки подключения и преобразования (БПП), при этом устройство обработки (УО) представляет собой по меньшей мере один модуль обработки (МО), который монтируется на установочную платформу (УП), с выполненными на ней разъемами, через которые обеспечивается подключение к блокам подключения и преобразования (БПП) и по меньшей мере к одному процессорному модулю (ПМ), а блоки подключения и преобразования (БПП) состоят из платформы подключения (ПП) и модуля преобразования (МП), при этом платформа подключения (ПП) содержит клеммник для подключения датчиков и исполнительных механизмов и по меньшей мере один разъем для подключения кабелей связи с устройством обработки (УО). Где устройство обработки (УО) выполнено с возможностью перевода значений сигналов в цифровой вид и цифровой обработки сигналов, а блоки подключения и преобразования (БПП) выполнены с возможностью преобразования уровней сигналов и их частичной обработки. А процессорный модуль (ПМ) может быть объединен с системой ввода/вывода (СВВ) в корпус с общим питанием и системной шиной, обеспечивающей взаимодействие процессорного модуля (ПМ) с системой ввода/вывода (СВВ). Процессорный модуль (ПМ) может быть выполнен в виде отдельного устройства и взаимодействовать с системой ввода/вывода (СВВ) через полевые шины или стандартные интерфейсы (например, Ethernet) или посредством радиосвязи или объединен в рамках одного корпуса с частью системы ввода/вывода (СВВ) - устройством обработки (УО), ответственным за логическую (цифровую) обработку контролируемых сигналов. Модуль обработки (МО) и модуль преобразования (МП) могут быть выполнены съемными. Для реализации резервирования контроллер включает дополнительные устройства обработки (УО) и модули обработки (МО). В устройстве обработки (УО) предусмотрен вход для запоминающего устройства. Устройство обработки (УО) и блок подключения и преобразования (БПП) могут быть связаны посредством медных кабелей, волоконной оптики (ВОЛС) или радиосвязи, а блок подключения и преобразования

(БПП) дополнительно выполнен с возможностью передачи устройству обработки (УО) информации о типе сигналов, обрабатываемых блоком подключения и преобразования (БПП). Изоляция между блоками подключения и преобразования (БПП) и устройством обработки (УО) выполнена за счет использования гальванической развязки. Контроллер выполнен с возможностью замены аналоговых сигналов дискретными при взаимодействии устройства обработки (УО) и блоков подключения и преобразования (БПП) посредством использования широтно-импульсной модуляции (ШИМ) или частотного преобразования.

Указанный технический результат получают за счет системы ввода/вывода, включающей по меньшей мере одно устройство обработки (УО) и блоки подключения и преобразования (БПП), где устройство обработки (УО) выполнено с возможностью реализации цифровой (логической) обработки всех типов сигналов и обмена данными с подключаемыми к системе ввода/вывода (СВВ) внешними устройствами, а блок подключения и преобразования (БПП) выполнен с возможностью передачи в устройство обработки (УО) информации о типе контролируемых или формируемых сигналов для выбора применяемых алгоритмов обработки и форматов представления значений сигналов. Где устройство обработки (УО) представляет собой по меньшей мере один модуль обработки (МО), который монтируется на установочную платформу (УП), с выполненными на ней разъемами, через которые обеспечивается подключение к блокам подключения и преобразования (БПП) и внешним устройствам, а блоки подключения и преобразования (БПП) состоят из платформы подключения (ПП) и модуля преобразования (МП), при этом платформа подключения (ПП) содержит клеммник для подключения датчиков и исполнительных механизмов, и по меньшей мере один разъем для подключения кабелей связи с устройством обработки (УО). При этом система ввода/вывода (СВВ) выполнена с возможностью обмена данными с внешними устройствами через стандартные интерфейсы по открытым протоколам, например таким, как OPC UA, MODBUS, VACnet, Profinet, МЭК-60870-5-104 или МЭК 61850, а устройство обработки (УО) выполнено с возможностью сохранения истории изменения контролируемых/формируемых сигналов и передачи этих данных на запросы по поддерживаемым им протоколам.

#### **Краткое описание чертежей**

Заявляемое техническое решение может быть проиллюстрировано следующими фигурами, где на фиг. 1 представлена общая схема заявляемого программируемого логического контроллера; на фиг. 2 схематически проиллюстрировано устройство обработки; на фиг. 3 схематически проиллюстрирован блок подключения и преобразования; на фиг. 4 представлен вариант выполнения системы ввода/вывода; на фиг. 5 представлен вариант выполнения контроллера с резервируемыми элементами; на фиг. 6 схематически проиллюстрирован пример реализации заявляемого контроллера, где на фигурах приняты следующие обозначения:

- 1 - программируемый контроллер;
- 2 - процессорный модуль (ПМ);
- 3 - система ввода/вывода (СВВ);
- 4 - устройство обработки (УО);
- 5 - блок подключения и преобразования (БПП);
- 6 - модуль обработки (МО);
- 7 - установочная платформа (УП);
- 8 - разъемы для подключения блока подключения и преобразования;
- 9 - внешние интерфейсы;
- 10 - платформа подключения (ПП);
- 11 - модуль преобразования (МП);
- 12 - разъемы подключения к устройству обработки;
- 13 - разъемы питания;
- 14 - клеммник для объектовых сигналов.

#### **Сущность заявленного изобретения**

Программируемый логический контроллер представляет собой устройство, используемое для сбора информации от технологических датчиков и формирования управляющих сигналов для исполнительных механизмов по запрограммированному алгоритму.

Из уровня техники известно, что для каждого типа сигналов используются различные типы модулей ввода/вывода, как минимум входные или выходные, дискретные или аналоговые, все это умножается на число стандартов аналоговых и дискретных сигналов, используемых в промышленности. Поэтому производителям контроллеров приходится иметь широкую номенклатуру модулей ввода/вывода. Эти модули имеют небольшое число входов или выходов. Для аналоговых сигналов, как правило, не более 16, для дискретных не более 32. Для обработки входных или формирования выходных сигналов каждый модуль ввода/вывода должен иметь соответствующий набор электронных компонентов. С их помощью выполняется преобразование физических сигналов от датчиков или исполнительных механизмов (0-10 В, 4-20 мА, термopара, термометр, контакт реле, дискретный сигнал 24 В) к уровню, с которым работают микросхемы, выполняющие оцифровку (ЦАП, АЦП, порты ввода/вывода). Эти микросхемы переводят преобразованные сигналы в цифровые значения, которыми оперируют процессорные модули при кон-

троле сигналов от датчиков и в обратном направлении из цифровых значений в физические сигналы при управлении. Для обработки цифровых значений и взаимодействия с процессорным модулем по системной или полевой шине каждый модуль ввода/вывода имеет свой процессор и микросхемы, реализующие обмен по шине.

В заявляемом программируемом логическом контроллере предлагается осуществлять перевод значений сигналов в цифровой вид и цифровую обработку сигналов в устройстве обработки (УО), а все преобразования уровней сигналов и их частичную обработку вынести в блоки подключения и преобразования (БПП), которые связаны между собой кабелем и/или посредством радиосвязи (например, Wi-Fi). В результате процессорный модуль (ПМ) взаимодействует по системной или полевой шине с одним устройством - устройством обработки (УО), а не с множеством модулей ввода-вывода. Устройство обработки (УО) с блоками подключения и преобразования (БПП) образуют систему ввода/вывода (СВВ). Это позволяет увеличить надежность работы контроллера, а также сократить время сбора информации и передачи команд между процессорным модулем и системой ввода/вывода (СВВ), использование которой предлагается вместо набора отдельных модулей ввода/вывода, известных из уровня техники решений контроллера.

Кроме того, в блоках подключения и преобразования (БПП) дополнительно предлагается предусмотреть формирование информации, сообщаящей устройству обработки (УО) тип сигналов, обрабатываемых данным блоком подключения и преобразования (БПП), и, соответственно, какой тип обработки следует выбрать. Это позволит устройству обработки (УО) автоматически настраиваться на подключенные к контроллеру датчики и исполнительные механизмы, что сократит работы по настройке контроллера, упростит его обслуживание и приведет к повышению надежности благодаря сокращению рисков ошибок при выполнении настроек вручную, а также за счет сокращения времени восстановления при сбоях.

Кроме того, дополнительно предлагается при передаче сигналов между устройством обработки (УО) и блоком подключения и преобразования (БПП) заменить аналоговые сигналы дискретными посредством использования, например, ШИМ (широтно-импульсная модуляция) или частотного преобразования. Это позволит отказаться от специализированных микросхем обработки и формирования аналоговых сигналов, а также снизит влияние помех при передаче. Предлагаемое решение сократит количество используемых электронных компонентов, что повысит надежность всей системы контроллера и позволит сделать все входы и выходы устройства универсальными с точки зрения направления (входы или выходы) и типа сигналов (аналоговые или дискретные).

Кроме того, предлагается обеспечить изоляцию между блоками подключения и преобразования (БПП) и устройством обработки (УО) за счет использования гальванической развязки. Для этого используются электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую развязку. Наличие гальванической развязки предотвращает попадание высокого напряжения в устройство обработки (УО) и через него в другие компоненты контроллера, которое может попасть в блок подключения и преобразования (БПП) через провода от датчиков или исполнительных механизмов в случае аварии или ошибочных действий персонала, а также при повреждении самого блока подключения и преобразования (БПП). Блокирование такой возможности повышает надежность контроллера.

В одном из вариантов выполнения контроллера предлагается использовать волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) для соединения блока подключения и преобразования (БПП) с устройством обработки (УО). Это позволит обеспечить изоляцию между блоком подключения и преобразования (БПП) и устройством обработки (УО) без использования специальных электронных компонентов. Кроме того, использование ВОЛС позволит избежать электромагнитных помех на кабеле передачи данных между блоком подключения и преобразования (БПП) и устройством обработки (УО), что позволит располагать блоки подключения и преобразования (БПП) на значительном расстоянии от устройства обработки (УО) ближе к датчикам и исполнительным механизмам и сократить влияние электромагнитных помех, которые наводятся на провода от датчиков и исполнительных механизмов. Снижение числа используемых электронных компонентов для обеспечения изоляции, а также предотвращение влияния электромагнитных помех повышает надежность работы контроллера.

Использование радиосвязи, например Wi-Fi, для обмена между блоками подключения и преобразования (БПП) и устройством обработки (УО) также решает задачу гальванической развязки без применения специальных электронных компонентов.

На фиг. 1 представлена общая схема заявляемого программируемого логического контроллера 1, который включает в себя по меньшей мере один процессорный модуль (ПМ) 2 и систему ввода/вывода (СВВ) 3. Процессорный модуль (ПМ) 2 может объединяться с системой ввода/вывода (СВВ) 3 в корпус с общим питанием и системной шиной, а может быть выполнен в качестве отдельного устройства и взаимодействовать с системой ввода/вывода (СВВ) 3 через полевые шины или стандартные интерфейсы (например, Ethernet) или посредством радиосвязи (например, Wi-Fi). Кроме того, процессорный модуль (ПМ) 2 может быть объединен в рамках одного корпуса с частью системы ввода/вывода (СВВ) 3, ответственной за логическую (цифровую) обработку контролируемых сигналов.

В свою очередь, система ввода/вывода (СВВ) 3 (фиг. 1) состоит из устройства обработки (УО) 4 и

блоков подключения и преобразования (БПП) 5. Число блоков подключения и преобразования (БПП) 5 зависит от количества и типа контролируемых сигналов и ограничено числом разъемов подключения на устройстве обработки (УО) 4.

Число обрабатываемых сигналов ввода/вывода в одном устройстве обработки (УО) 4 принципиально не ограничивается. Возможны ограничения исходя из конструктивных особенностей устройства. Обмен данными с внешними устройствами осуществляется через стандартные интерфейсы по проприетарным или открытым протоколам, например таким, как OPC UA, MODBUS, BACnet, Profinet, МЭК-60870-5-104, МЭК 61850 и др.

Кроме того, устройство обработки (УО) 4 может иметь один или несколько коммуникационных интерфейсов (например, Ethernet) для связи с процессорными модулями (ПМ) 2 контроллера 1 или любыми другими устройствами, запрашивающими у него данные по поддерживаемым им протоколам.

При использовании волоконно-оптических линий (ВОЛС) для связи блоков подключения и преобразования (БПП) 5 с устройством обработки (УО) 4 предлагается предусмотреть возможность использования расширителей числа разъемов ввода/вывода. Это устройства, которые подключаются в один из разъемов на устройстве обработки (УО) 4 и имеют несколько дополнительных разъемов для подключения блоков подключения и преобразования (БПП) 5. Такое решение позволяет увеличить число сигналов, обрабатываемых одним устройством обработки (УО) 4, и вынести на значительное расстояние от контроллера часть блоков подключения и преобразования (БПП) 5. Это обеспечивает сокращение длины проводов от датчиков и, соответственно, наведенные помехи, что повышает надежность работы контроллера.

В большинстве промышленных программируемых контроллеров ввод/вывод сигналов обеспечивается большим числом отдельных модулей ввода/вывода, каждый из которых предназначен для ввода или вывода определенного типа сигналов, что значительно перегружает систему контроллера и приводит к увеличению цикла опроса всех модулей и снижению надежности за счет увеличения числа микросхем, реализующих обмен данными. Например, в контроллерах МФК1500 компании ТЕКОН модуль DI32 предназначен для ввода 32 дискретных сигналов, AI8 - для 8 аналоговых входных сигналов, DO16 - для вывода 16 дискретных сигналов, LI16 - для ввода 16 температурных сигналов, АОС4 - для вывода 4 аналоговых сигналов и много других типов модулей ввода-вывода (всего более 20 типов). Предложенная конструкция программируемого логического контроллера принципиально отличается от известных контроллеров, поскольку она включает не отдельные модули ввода/вывода, а систему ввода/вывода (СВВ), которая имеет выделенное устройство обработки (УО) 4, реализующее цифровую (логическую) обработку всех сигналов и обмен данными с процессорным модулем (ПМ). В заявляемом контроллере достаточно иметь одно устройство обработки (УО) 4 и только в отдельных случаях, когда обрабатывается большое число сигналов, их используется несколько. Предлагаемое устройство обработки (УО) 4 и блок подключения и преобразования (БПП) 5 универсальны с точки зрения типов контролируемых или формируемых сигналов. Блок подключения и преобразования (БПП) 5 передает в устройство обработки (УО) 4 информацию о типе контролируемых или формируемых сигналов для выбора применяемых алгоритмов обработки и форматов представления значений сигналов. Информация о типе сигналов формируется в блоке подключения и преобразования (БПП) 5. Подобная конструкция обеспечивает повышение надежности контроллера, поскольку сокращает число микросхем и других электронных компонентов, обеспечивающих взаимодействие процессорных модулей (ПМ) 2 и системы ввода/вывода (СВВ) 3.

На фиг. 2 проиллюстрирована схема устройства обработки (УО) 4, которое включает модуль обработки (МО) 6, осуществляющий обработку поступающих на него сигналов от блоков подключения и преобразования (БПП) 5 и реализацию обмена данными с процессорным модулем (ПМ) 2. Модуль обработки (МО) 6 монтируется на установочную платформу (УП) 7, которая выполняет функцию подключения кабелей связи с блоками подключения и преобразования (БПП) 5 и с процессорным модулем (ПМ) 2 и передачу поступающей по ним информации и сигналов в модуль обработки (МО) 6. На установочной платформе (УП) 7 предусмотрены разъемы 8, через которые обеспечивается подключение к устройству обработки (УО) 4 блоков подключения и преобразования (БПП) 5, а также разъемы 9 для подключения процессорного модуля (ПМ) 2 и/или других устройств по открытым протоколам. Кроме того, на установочной платформе (УП) 7 размещен переключатель (на фигурах не показан) настройки адреса устройства обработки (УО) 4 для его опроса по интерфейсам. Все данные, поступающие на установочную платформу (УП) 7, передаются в модуль обработки (МО) 6. Поскольку установочная платформа (УП) 7 не содержит активных элементов (только разъемы), то она является очень надежным элементом системы. Модуль обработки (МО) 6 является менее надежным элементом. Поэтому для модуля обработки (МО) 6 могут быть предусмотрены решения по его быстрой замене и резервированию. Для этого модуль обработки (МО) 6 может быть выполнен съемным и с помощью по меньшей мере одного разъема (на фигурах не показано) соединен с установочной платформой (УП) 7, к которой фиксируется, например, защелками или винтами. В устройстве обработки (УО) 4 может быть предусмотрен слот для флэш-диска или другого запоминающего устройства, на котором может храниться часть настроечных параметров. Одно устройство обработки (УО) 4 может включать в себя несколько модулей обработки (МО) 6, в частности, для обеспечения резервирования. Для этого на установочной платформе (УП) 7 могут быть предусмотрены

дополнительные разъемы для установки модулей обработки (МО) 6 (фиг. 5). Для автоматической настройки модуля обработки (МО) 6 при его замене используется информация о типе контролируемых или формируемых сигналов, которую передает каждый блок подключения и преобразования (БПП), и настроечная информация, хранящаяся в установочной платформе (УП) 7 (переключатель адреса и данные с флеш-диска или другого запоминающего устройства, установленного на (УО) 4). Автоматическая настройка и предложенная конструкция устройства обработки (УО) 4 обеспечивает при выходе модуля обработки (МО) 6 из строя максимально быструю его замену. Дополнительные разъемы для модулей обработки (МО) 6 на установочной платформе (УП) 7 могут использоваться не только для резервирования модулей обработки (МО) 6, а также для расширения числа обрабатываемых сигналов путем распределения их между несколькими параллельно работающими модулями обработки (МО) 6.

В модуле обработки (МО) 6 для контроля значений входных сигналов и формирования выходных сигналов используются линии ввода/вывода микросхем микроконтроллеров, микросхем портов ввода/вывода или других микросхем или стандартные интерфейсы обмена данными между микросхемами (например, I2C, SPI или другие), которые работают с сигналами TTL уровня или другого низковольтного уровня. На них при контроле входных сигналов через разъемы 8 на установочной платформе (УП) 7 подаются данные от блока подключения и преобразования (БПП) 5, а в случае управления наоборот - с них данные подаются на блок подключения и преобразования (БПП) 5.

Блок подключения и преобразования (БПП) 5 (фиг. 3) предназначен для подключения проводов от датчиков или исполнительных механизмов и преобразования передаваемых по ним сигналов. Он состоит из платформы подключения (ПП) 10 и модуля преобразования (МП) 11, тип которого определяет, какие сигналы будет контролировать или формировать данный блок подключения и преобразования (БПП) 5. Вся обработка сигналов сосредоточена в модуле преобразования (МП) 11. Платформа подключения (ПП) 10 универсальна для любых типов входных и выходных сигналов, она не имеет никаких активных компонентов и содержит клеммник 14 для подключения проводов от датчиков и исполнительных механизмов, один или более разъемов 12 для соединения с устройством обработки (УО) 4 и разъем питания 13. Модуль преобразования (МП) 11 может быть выполнен съемным. В этом случае для установки модуля преобразования (МП) 11 на платформу подключения (ПП) 10 предусмотрен специальный разъем (на фигурах не показан). Модуль преобразования (МП) 11 устанавливается в этот разъем и фиксируется, например, защелками.

Провода от датчиков или исполнительных механизмов подключаются к клеммнику 14 платформы подключения (ПП) 10. А вот модуль преобразования (МП) 11 для различных типов сигналов устанавливается разный, его тип должен соответствовать подсоединенным к платформе подключения (ПП) 10 сигналам. При контроле сигналов от датчиков сигналы с клеммника 14 попадают в модуль преобразования (МП) 11. Здесь они преобразуются в сигналы TTL уровня или другого низковольтного уровня, либо в оптический сигнал для передачи с помощью ВОЛС (волоконно-оптическая линия связи). Далее эти сигналы через разъемы подключения 12 передаются в устройство обработки (УО) 4. При формировании управляющих сигналов модуль преобразования (МП) 11 работает в обратном направлении. Выходные сигналы принимаются от устройства обработки (УО) 4, преобразуются в выходные физические сигналы и передаются на клеммник 14. При передаче сигналов между блоком подключения и преобразования (БПП) 5 и устройством обработки (УО) 4 может использоваться промежуточное ШИМ или частотное преобразование.

Использование низковольтных дискретных сигналов при обмене с модулем преобразования (МП) 11 позволяет применять в модуле обработки (МО) 6 одинаковые электронные компоненты для обработки и формирования любых типов сигналов. Направление передачи информации (входной или выходной сигнал) задается соответствующей инициализацией этих электронных компонентов. Поскольку модуль преобразования (МП) 11 передает в устройство обработки (УО) 4 информацию о типе подключенных сигналов, модуль обработки (МО) 6 может автоматически инициализировать соответствующие электронные компоненты нужным образом и выбрать нужные алгоритмы их обработки или формирования сигналов. Например, если обрабатывается входной аналоговый сигнал, то запускается алгоритм вычисления скважности или частоты, если дискретный, то просто читается его значение из порта.

Такая конструкция системы ввода вывода (СВВ) 3 делает все ее клеммники универсальными по типу (4-20 мА, 0-10 В, 24 В, реле, сухой контакт, терморпара и др.) и направлению (входные или выходные) подключаемых сигналов. Надо только после подключения проводов к блоку подключения и преобразования (БПП) 5 установить соответствующие модули преобразования (МП) 11.

Одной из важных особенностей заявляемого контроллера является возможность резервирования наиболее ответственных его узлов, интегрирующих в себе все информационные потоки. Это позволяет существенно увеличить надежность работы всей системы контроллера. В рамках заявляемого программируемого логического контроллера 1 обеспечивается резервирование как процессорных модулей (ПМ) 2, так и системы ввода/вывода (СВВ) 3. Резервирование процессорных модулей (ПМ) 2 обеспечивается их равноправным доступом к системе ввода/вывода (СВВ) 3 и возможностью идентифицировать работоспособность друг друга.

При резервировании модулей ввода/вывода в известных контроллерах приходилось использовать

дополнительные нормирующие устройства для обеспечения параллельного ввода информации и дополнительные переключающие устройства для выбора, с какого из модулей ввода/вывода брать управляющие сигналы. Это приводило к двукратному увеличению нагрузки на процессорные модули с точки зрения информационного обмена с резервированными модулями ввода/вывода и увеличивало общее число элементов системы за счет дополнительных устройств, что негативно влияло на надежность в целом.

В заявляемом контроллере предлагается резервировать наиболее ответственные элементы системы ввода/вывода (СВВ) 3. Такими ответственными элементами являются, в частности, устройство обработки (УО) 4 или ее интеллектуальная составляющая - модуль обработки (МО) 6. Именно там сосредоточена обработка всех сигналов, и отказ этих устройств приведет к отказу контроллера в целом. Поэтому при резервировании увеличивается число устройств обработки (УО) 4 (фиг. 4) либо число модулей обработки (МО) 6 (фиг. 5). Однако число блоков подключения и преобразования (БПП) 5 остается таким же, как и в не резервированной системе. Дело в том, что вероятность отказа блоков подключения и преобразования (БПП) 5 существенно меньше, чем модулей обработки (МО) 6, в силу простоты конструкции блоков подключения и преобразования (БПП) 5, с одной стороны, а с другой - отказ блоков подключения и преобразования (БПП) 5 не приводит к отказу контроллера в целом, а только к прекращению контроля по сигналам, связанным с данным блоком подключения и преобразования (БПП) 5, до момента устранения отказа.

Для случая использования нескольких устройств обработки (УО) 4 в блоке подключения и преобразования (БПП) 5 предусмотрено несколько разъемов 12 (каждый разъем 12 для подключения к отдельным устройствам обработки (УО) 4).

В случае использования устройства обработки (УО) 4 с резервированными модулями обработки (МО) 6 (фиг. 5) блоки подключения и преобразования (БПП) 5 соединяются только с одной установочной платформой (УП) 7, на которую установлены два модуля обработки (МО) 6. В этом случае взаимодействие в блоках подключения и преобразования (БПП) 5 выполняет модуль обработки (МО) 6, находящийся в состоянии "Мастер" (основного модуля), а резервный модуль обработки (МО) 6 только воспринимает поступающую от блока подключения и преобразования (БПП) 5 информацию. Кроме того, обмен данными с процессорным модулем (ПМ) 2 выполняет только модуль обработки (МО) 6, находящийся в режиме "Мастер". В этом случае резервирование системы ввода/вывода (СВВ) 3 никак дополнительно не нагружает процессорный модуль (ПМ) 2 и не увеличивает цикл опроса.

Работа заявляемого программируемого логического контроллера может быть рассмотрена на исчерпывающем примере.

Для управления технологическим процессом требуется контролировать 8 унифицированных аналоговых сигналов 4-20 мА (А1, ..., А8), 8 сигналов от датчиков температуры типа ТХА (Т1, ..., Т8) и 8 дискретных сигналов 24 В (D1, ..., D8), а также формировать 8 аналоговых сигналов 4-20 мА (АО1, ..., АО8) и 8 дискретных управляющих сигналов 24 В (DO1, ..., DO8). Схема контроллера для решения этой задачи представлена на фиг. 6.

Для такой системы управления потребуется один процессорный модуль (ПМ) 2 и система ввода вывода (СВВ) 3, включающая одно устройство обработки (УО) 4, состоящее из установочной платформы (УП) 7 и модуля обработки (МО) 6, и пять блоков подключения и преобразования (БПП) 5, т.е. БПП1, БПП2, БПП3, БПП4 и БПП5. Каждый отдельный блок подключения и преобразования (БПП) 5 принимает сигналы одного типа, как это показано на фиг. 6:

- А1, ..., А8 подключены к БПП1;
- Т1, ..., Т8 подключены к БПП2;
- D1, ..., D8 подключены к БПП3;
- АО1, ..., АО8 подключены к БПП4;
- DO1, ..., DO8 подключены к БПП5.

Далее в каждый блок подключения и преобразования (БПП) 5 устанавливают модуль преобразования (МП) 11, соответствующий подключенным сигналам. В результате получают следующее:

в БПП1 устанавливают МП1, который преобразует каждый подключенный сигнал 4-20 мА в дискретный сигнал TTL уровня с ШИМ модуляцией, передающий в виде скважности величину аналогового сигнала. Кроме того, МП1 формирует один дискретный сигнал TTL уровня с ШИМ модуляцией, скважность которого сообщает устройству обработки (УО) 4, что БПП1 обрабатывает входные аналоговые сигналы 4-20 мА;

в БПП2 устанавливают МП2, который преобразует каждый подключенный температурный сигнал ТХА в дискретный сигнал TTL уровня с ШИМ модуляцией, передающей в виде скважности величину термо-ЭДС. Кроме того, МП2 формирует один дискретный сигнал TTL уровня с ШИМ модуляцией, скважность которого сообщает устройству обработки (УО) 4, что БПП2 обрабатывает сигналы от датчиков температуры типа ТХА;

в БПП3 устанавливают МП3, который преобразует каждый подключенный дискретный сигнал 24В в дискретный сигнал TTL уровня. Кроме того, МП3 формирует один дискретный сигнал TTL уровня с ШИМ модуляцией, скважность которого сообщает устройству обработки (УО) 4, что БПП3 обрабатывает дискретные входные сигналы;

в БПП4 устанавливают МП4, который преобразует дискретные сигналы TTL уровня с ШИМ модуляцией, формируемые в устройстве обработки, в аналоговые выходные сигналы 4-20 мА. Кроме того, МП4 формирует один дискретный сигнал TTL уровня с ШИМ модуляцией, скважность которого сообщает устройству обработки (УО) 4, что БПП4 формирует выходные аналоговые сигналы 4-20 мА;

в БПП5 устанавливают МП5, который преобразует дискретные сигналы TTL уровня, формируемые в устройстве обработки в дискретные выходные сигналы 24 В. Кроме того, МП5 формирует один дискретный сигнал TTL уровня с ШИМ модуляцией, скважность которого сообщает устройству обработки (УО) 4, что БПП5 формирует выходные дискретные сигналы 24 В.

Подключают все блоки подключения и преобразования (БПП1, ..., БПП5) к установочной платформе (УП) 7 устройства обработки (УО) 4 и устанавливают на нее модуль обработки (МО) 4. Далее к установочной платформе (УП) 7 подключают процессорный модуль (ПМ) 2.

При включении контроллера 1 модуль обработки (МО) 4 сначала опрашивает сигналы от блоков подключения и преобразования БПП1-БПП5, передающие информацию о типе подключенных к ним сигналов. Затем он выполняет необходимую инициализацию своих линий ввода-вывода TTL уровня для взаимодействия с соответствующими блоками подключения и преобразования (БПП) и выбирает необходимые алгоритмы обработки:

для БПП1 линии ввода-вывода инициализируются на ввод и выбирается алгоритм вычисления скважности получаемых сигналов и преобразования ее в значения переменных типа float в диапазоне от 0 до 100;

для БПП2 линии ввода-вывода инициализируются на ввод и выбирается алгоритм вычисления скважности получаемых сигналов и преобразования ее в значения переменных типа float в диапазоне от 0 до 100 с последующим пересчетом этих значений по аппроксимирующему полиному в значение температуры с присвоением результатов переменным типа float;

для БПП3 линии ввода-вывода инициализируются на ввод и выбирается алгоритм присвоения величин дискретных сигналов переменным типа bool;

для БПП4 линии ввода-вывода инициализируются на вывод и выбирается алгоритм, преобразующий с помощью ШИМ значения переменных типа float и диапазоном от 0 до 100 в скважность дискретных сигналов, передаваемых по соответствующим линиям;

для БПП5 линии ввода-вывода инициализируются на вывод и выбирается алгоритм, переводящий значения переменных типа bool в соответствующие значения дискретных сигналов.

Далее модуль обработки (МО) 4 опрашивает входные сигналы от блоков подключения и преобразования БПП1, БПП2 и БПП3, формирующие их по сигналам от подключенных к ним датчиков, и формирует значения соответствующих переменных, которые будут передаваться в процессорный модуль (ПМ) 2. Запущенный в процессорном модуле (ПМ) 2 алгоритм управления будет анализировать значения переменных, полученных от модуля обработки (МО) 4, и формировать значения других переменных, которые будут направлять в модуль обработки (МО) 4, где они будут преобразовываться в дискретные сигналы TTL уровня и пересылаться в блоки подключения и преобразования БПП4 и БПП5, которые будут преобразовывать их в управляющие сигналы и передавать на подключенные к ним исполнительные механизмы.

Заявляемый программируемый логический контроллер имеет ряд преимуществ перед известными из уровня техники аналогичными устройствами, а именно

из-за сокращения числа устройств на шине связи процессорных модулей с устройствами ввода/вывода (системная или полевая шина) увеличивается скорость опроса сигналов, а также повышается надежность работы контроллера за счет сокращения числа электронных элементов для реализации обмена с устройствами ввода/вывода;

сокращается время восстановления контроллера после сбоя за счет реализации режима plug&play на уровне блоков подключения и преобразования (БПП) и устройства обработки (УО);

упрощается создание резервированных систем ввода/вывода за счет реализации параллельного подключения блоков подключения и преобразования (БПП) либо к двум устройствам обработки (УО), либо к УО с резервированными модулями обработки (МО) с автоматическим переключением на работу с "Мастером";

за счет унификации обработки любых сигналов, заключающейся в использовании дискретных сигналов с ШИМ или частотным преобразованием для передачи аналоговых сигналов, сильно упрощается элементная база и сокращается число электронных компонентов.

Сокращение числа микросхем приводит к снижению энергопотребления и соответственно тепловыделения, повышает надежность и снижает стоимость контроллера.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Программируемый логический контроллер, включающий по меньшей мере один процессорный модуль (ПМ) и систему ввода/вывода (СВВ), связанные между собой кабелем передачи информации и/или посредством радиосвязи, где система ввода/вывода (СВВ) содержит по меньшей мере одно устрой-



ство обработки (УО) и блоки подключения и преобразования (БПП), при этом устройство обработки (УО) представляет собой по меньшей мере один модуль обработки (МО), который монтируется на установочную платформу (УП) с выполненными на ней разъемами, через которые обеспечивается подключение к блокам подключения и преобразования (БПП) и по меньшей мере к одному процессорному модулю (ПМ), а блоки подключения и преобразования (БПП) состоят из платформы подключения (ПП) и модуля преобразования (МП), при этом платформа подключения (ПП) содержит клеммник для подключения датчиков и исполнительных механизмов и по меньшей мере один разъем для подключения кабелей связи с устройством обработки (УО).

2. Программируемый логический контроллер по п.1, отличающийся тем, что устройство обработки (УО) выполнено с возможностью перевода значений сигналов в цифровой вид и цифровой обработки сигналов, а блоки подключения и преобразования (БПП) выполнены с возможностью преобразования уровней сигналов и их частичной обработки.

3. Программируемый логический контроллер по п.1, отличающийся тем, что процессорный модуль (ПМ) может быть объединен с системой ввода/вывода (СВВ) в корпус с общим питанием и системной шиной, обеспечивающей взаимодействие процессорного модуля (ПМ) с системой ввода/вывода (СВВ).

4. Программируемый логический контроллер по п.1, отличающийся тем, что процессорный модуль (ПМ) может быть выполнен в виде отдельного устройства и взаимодействовать с системой ввода/вывода (СВВ) через полевые шины или стандартные интерфейсы (например, Ethernet) или посредством радиосвязи.

5. Программируемый логический контроллер по п.1, отличающийся тем, что процессорный модуль (ПМ) может быть объединен в рамках одного корпуса с частью системы ввода/вывода (СВВ) - устройством обработки (УО).

6. Программируемый логический контроллер по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что модуль обработки (МО) может быть выполнен съемным.

7. Программируемый логический контроллер по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что модуль преобразования (МП) может быть выполнен съемным.

8. Программируемый логический контроллер по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что он включает дополнительные устройства обработки (УО) для реализации резервирования.

9. Программируемый логический контроллер по п.6, отличающийся тем, что он включает дополнительные модули обработки (МО) для реализации резервирования.

10. Программируемый логический контроллер по п.1, отличающийся тем, что устройство обработки (УО) дополнительно снабжено входом для запоминающего устройства.

11. Программируемый логический контроллер по п.1, отличающийся тем, что устройство обработки (УО) и блок подключения и преобразования (БПП) могут быть связаны посредством волоконной оптики (ВОЛС).

12. Программируемый логический контроллер по п.1, отличающийся тем, что устройство обработки (УО) и блок подключения и преобразования (БПП) могут быть связаны посредством радиосвязи.

13. Программируемый логический контроллер по п.1, отличающийся тем, что блок подключения и преобразования (БПП) дополнительно выполнен с возможностью передачи устройству обработки (УО) информации о типе сигналов, обрабатываемых блоком подключения и преобразования (БПП).

14. Программируемый логический контроллер по п.1, отличающийся тем, что изоляция между блоками подключения и преобразования (БПП) и устройством обработки (УО) выполнена за счет использования гальванической развязки.

15. Программируемый логический контроллер по п.1, отличающийся тем, что он выполнен с возможностью замены аналоговых сигналов дискретными при взаимодействии устройства обработки (УО) и блоков подключения и преобразования (БПП) посредством использования широтно-импульсной модуляции (ШИМ) или частотного преобразования.

16. Система ввода/вывода, включающая по меньшей мере одно устройство обработки (УО) и блоки подключения и преобразования (БПП), где устройство обработки (УО) выполнено с возможностью реализации цифровой (логической) обработки всех типов сигналов и обмена данными с подключаемыми к системе ввода/вывода внешними устройствами, а блок подключения и преобразования (БПП) выполнен с возможностью передачи в устройство обработки (УО) информации о типе контролируемых или формируемых сигналов для выбора применяемых алгоритмов обработки и форматов представления значений сигналов.

17. Система ввода/вывода по п.16, отличающаяся тем, что устройство обработки (УО) представляет собой по меньшей мере один модуль обработки (МО), который монтируется на установочную платформу (УП) с выполненными на ней разъемами, через которые обеспечивается подключение к блокам подключения и преобразования (БПП) и внешним устройствам.

18. Система ввода/вывода по п.16, отличающаяся тем, что блоки подключения и преобразования (БПП) состоят из платформы подключения (ПП) и модуля преобразования (МП), при этом платформа подключения (ПП) содержит клеммник для подключения датчиков и исполнительных механизмов и по меньшей мере один разъем для подключения кабелей связи с устройством обработки (УО).

19. Система ввода/вывода по п.16, отличающаяся тем, что она включает дополнительные устройства обработки (УО) для реализации резервирования.

20. Система ввода/вывода по п.16, отличающаяся тем, что она включает дополнительные модули обработки (МО) для реализации резервирования.

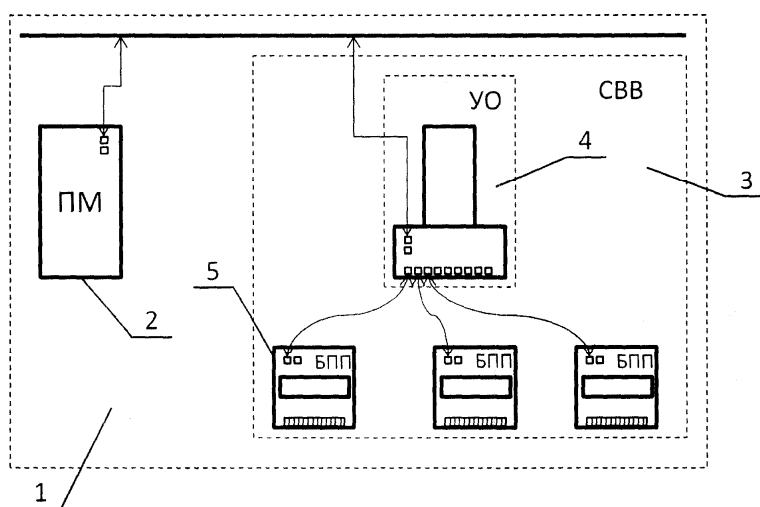
21. Система ввода/вывода по п.16, отличающаяся тем, что устройство обработки (УО) дополнительно снабжено входом для запоминающего устройства.

22. Система ввода/вывода по п.16, отличающаяся тем, что устройство обработки (УО) и блок подключения и преобразования (БПП) могут быть связаны посредством волоконной оптики (ВОЛС).

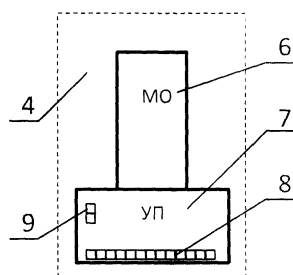
23. Система ввода/вывода по п.16, отличающаяся тем, что устройство обработки (УО) и блок подключения и преобразования (БПП) могут быть связаны посредством радиосвязи.

24. Система ввода/вывода по п.16, отличающаяся тем, что она выполнена с возможностью обмена данными с внешними устройствами через стандартные интерфейсы по открытым протоколам, таким как OPC UA, MODBUS, VASnet, Profinet, МЭК-60870-5-104 или МЭК 61850.

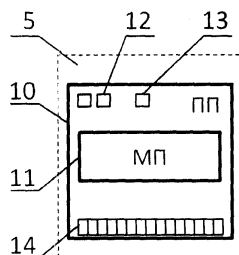
25. Система ввода/вывода по п.16, отличающаяся тем, что устройство обработки (УО) выполнено с возможностью сохранения истории изменения контролируемых/формируемых сигналов и передачи этих данных на запросы по поддерживаемым им протоколам.



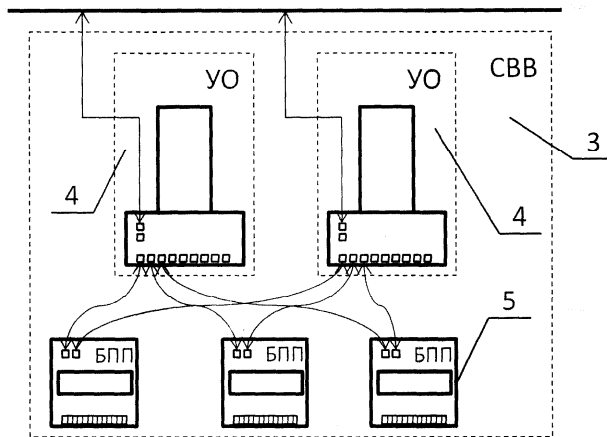
Фиг. 1



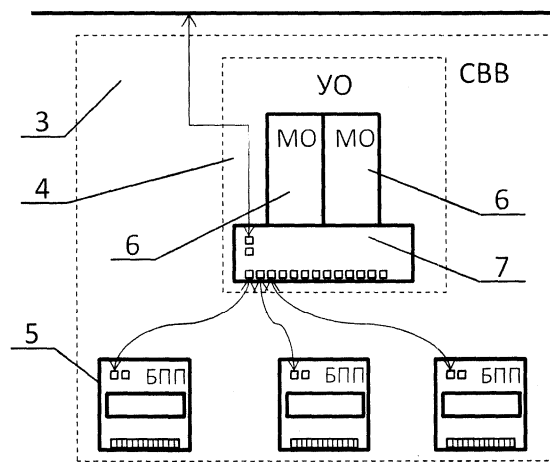
Фиг. 2



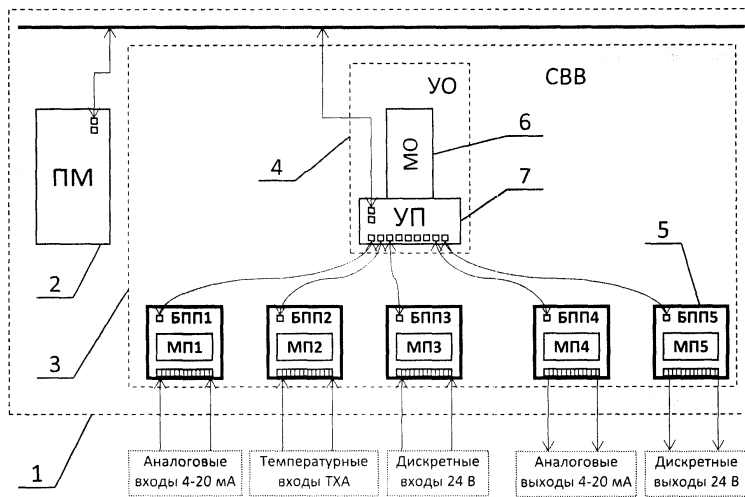
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

