ПАО «Институт Электронных Управляющих Машин им. И.С. Брука»

Утвержден
ЛЯЮИ.469535.143Д15-ЛУ

Программируемый логический контроллер на базе микропроцессора 1891ВМ11Я ПЛК-1

Руководство по функциональной безопасности эксплуатации

ЛЯЮИ.469535.143Д15

на 26 страницах

Перв. применяемость
ЛЯЮИ.469535.143

Литера О

2019 год

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Содержание

Контактная информация:
Адрес:
119334 г. Москва, ул. Вавилова, д. 24 (юридический адрес, центральный офис)
125502 г. Москва ул. Лавочкина д.19 (отделение АСУ ТП)
Сайт: http://www.sm1820.ru, http://www.ineum.ru
Телефоны/факс: +7-495-455-57-51, +7-495-135-33-21
Электронная почта: info@ineum.ru
Электронная почта технической поддержки: support@ineum.ru

Введение

Данное руководство описывает критерии обеспечения функциональной безопасности при построении системы на базе программируемых логических контроллеров ПЛК-1.

Функциональная безопасность – это часть общей безопасности системы, компонента системы или оборудования, работающих правильно в ответ на входные воздействия и обеспечивающих отсутствие неприемлемого риска здоровью людей, их собственности или окружающей среде со своей стороны.

Чтобы добиться функциональной безопасности, система в случае аварии должна привести оборудование в безопасное состояние или обеспечить сохранение такого состояния.

Функции безопасности – это защитные мероприятия, которые предпринимаются только в случае аварии с целью предотвращения нанесения ущерба людям, окружающей среде и материальным ценностям. Функциональная безопасность обеспечивается тогда, когда функции безопасности в аварийных ситуациях работают надежно.

Промышленный программируемый логический контроллер на базе микропроцессора Эльбрус-1С+ (1891ВМ11Я) (ПЛК-1) (ПЛК-ЭЛЬБРУС), далее ПЛК-1, имеет модульную структуру с жестким монтажным каркасом (для установки в стойку 19”) и объединительной платой, реализующей дублированный системный интерфейс. ПЛК-1 предназначен для работы в режиме дублирования процессорных модулей.

Разработчиком и изготовителем ПЛК-1 является ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука».

1 Описание функции безопасности и безопасное состояние изделия.

1.1 Общие указания

Данный документ «Руководство по функциональной безопасности» (далее руководство) является неотъемлемой частью «Руководства по эксплуатации» ЛЯЮИ.469535.143РЭ.

Это руководство содержит информацию, связанную с безопасностью, о том, как правильно использовать устройства автоматизации ПЛК-1.

Для безопасной установки и запуска устройств автоматизации ПЛК-1, а также для обеспечения безопасности во время их эксплуатации и технического обслуживания необходимо соблюдать следующие условия:

- знание правил;

- правильное применение инструкций по безопасности, описанных в данном руководстве;

- выполнение работ с ПЛК-1 квалифицированным персоналом.

ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука» не несет ответственности за серьезные травмы, повреждение имущества или окружающей среды, вызванные одним из следующих действий:

- использование ПЛК-1 неквалифицированным персоналом;

- игнорирование функций безопасности;

- несоблюдения инструкций, изложенных в данном руководстве и руководстве по эксплуатации.

При определенных условиях Программируемый логический контроллер на базе микропроцессора 1891ВМ11Я ПЛК-1 может использоваться в системах безопасности. При оценке систем безопасности необходимо принимать во внимание комплектность ПЛК-1.

В данном руководстве используются следующие указания, относящиеся к безопасности оператора или использованию шинных интерфейсов, отмечены следующем образом:

а) **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

Это указание сообщает об опасности, которая может угрожать жизни и здоровью персонала;

б) **ВНИМАНИЕ!**

Указание на возможное повреждение оборудования.

1.2 Политика в области качества

В руководстве описываются основы обеспечения функциональной безопасности, а так же меры контроля качества согласно ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012, ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012, ГОСТ Р МЭК 61508-3-2012.

Система менеджмента качества ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука» основана на требованиях ГОСТ Р ИСО 9001-2015

2 Обзор продукта

2.1 Общее описание ПЛК-1

Промышленный программируемый логический контроллер на базе микропроцессора 1891ВМ11Я ПЛК-1 с набором модулей связи с объектом контроля и управления (УСО) (в дальнейшем – ПЛК, внешний вид устройства приведет на рисунке 1) предназначен для работы в составе контролирующих пунктов промышленных распределенных систем контроля и управления, осуществляющих непосредственное взаимодействие с датчиками и исполнительными механизмами системы с помощью модулей УСО.

Рисунок 1 – Внешний вид ПЛК-1

Устройство является свободно компонуемым и может включать в себя:

– каркас монтажный КМ ЛЯЮИ.301234.021;

– модуль процессора МП17 ЛЯЮИ.467144.080;

– модуль аналогового ввода МАВ17 ЛЯЮИ.468154.010;

– модуль аналогового вывода МАВыв17 ЛЯЮИ.468154.012;

– модуль дискретного ввода МДВ17 ЛЯЮИ.468353.163;

– модуль дискретного вывода МДВыв17 ЛЯЮИ.468353.165;

– блок питания БП17 ЛЯЮИ.436234.060.

ВНИМАНИЕ!

Дополнительная информация по настройке и работе ПЛК-1 приведена в «Руководстве по эксплуатации» ЛЯЮИ.469535.143РЭ.

ПЛК-1 имеет уровень полноты безопасности 2 (УПБ2, «SIL2») в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012, ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012, ГОСТ Р МЭК 61508-3-2012 и может применяться в системах связанных с безопасностью.

2.2 Условия эксплуатации

ПЛК-1 предназначен для работы в следующих климатических условиях:

– минимальная температура окружающей среды – минус 40 °С;

– максимальная температура окружающей среды – плюс 50 °С;

– относительная влажность воздуха – до 80 % без конденсации;

– атмосферное давление – от 80 до 110 кПа (от 600 до 825 мм рт.ст.).

ПЛК-1 устойчив к следующим механическим воздействиям:

– синусоидальной вибрации ускорением 1g в диапазоне частот от 5 до 500 Гц.

ПЛК-1 удовлетворяет нормам индустриальных радиопомех, установленным для оборудования класса «А» по ГОСТ 30805.22-2013.

ПЛК-1 удовлетворяют критерию качества функционирования А по требованиям устойчивости к воздействию электромагнитных помех в соответствии с ГОСТ 30804.22-2013 в части:

– уровень электростатического разряда в соответствии с ГОСТ 30804.4.2-2013 (степень жесткости 1);

– радиочастотное электромагнитное поле в соответствии с ГОСТ 30804.4.3-2013 (степень жесткости 2);

– наносекундные импульсные помехи по цепи электропитания в соответствии с ГОСТ 30804.4.4-2013 (степень жесткости 3);

– микросекундные импульсные помехи большой энергии по цепям электропитания в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.5-99 (степень жесткости 2);

– динамические изменения напряжения сети электропитания в соответствии ГОСТ 30804.4.11-2013, класс электромагнитной обстановки 3;

– колебания напряжения питания в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.14-2000, класс электромагнитной обстановки 3.

2.3 Общие технические характеристики ПЛК

Общие технические характеристики ПЛК приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Общие технические характеристики ПЛК

Параметр	Значение
Напряжение питания постоянного тока, В	113 – 370
Напряжение питания переменного тока частотой (50 ± 3) Гц, В	80 – 264
Потребляемая мощность, Вт, не более	150
Степень защиты от внешних воздействий	IP40
Среднее время наработки на отказ, ч, не менее	10000
Время готовности к работе, мин, не более	2
Основная приведённая погрешность преобразования аналоговых модулей, %, не более	±0,1
Дополнительная температурная приведённая погрешность преобразования аналоговых модулей при изменении температуры на 10 ^{0}C, %, не более	±0,05

2.4 Задачи и обязанности операторов и изготовителей систем

Операторы и изготовители систем несут ответственность за обеспечение безопасной эксплуатации ПЛК-1 в автоматизированных системах.

Изготовители систем на базе ПЛК-1 должны в достаточной степени подтвердить (валидировать), что ПЛК-1 были правильно запрограммированы, а также применены должным образом с точки зрения функциональной безопасности.

2.5 Электростатический разряд. Защитные меры

К работе (виды работ: модификация; расширение; замена модулей) с ПЛК-1 допускается персонал, имеющий знания с мерами зашиты от электростатического разряда.

ВНИМАНИЕ!

Электростатический разряд может повредить электронные компоненты ПЛК-1. При выполнении работ убедитесь, что на рабочем месте отсутствуют статический разряд и на персонале, выполняющий работы, надет антистатический браслет. Необходимо хранить ПЛК-1 и его модули в специализированной упаковке с защитой от электростатического разряда.

2.6 Дополнительная техническая документация и сертификаты:

- Протокол испытаний на соответствие параметров электромагнитной совместимости
- Протокол испытаний на устойчивость оборудования к воздействию климатических факторов
- Свидетельство об утверждение средства измерения
- Декларация соответствия ТР ТС 004/20111 и ТР ТС 020/2011

3 Методы организации безопасности при использовании

Эта глава содержит важную общую информацию о функциональной безопасности систем ПЛК-1. Рассмотрим следующие методы:

- безопасность и доступность;
- приемочные испытания (Периодические испытания);
- требования по безопасности;
- сертификация;

3.1 Безопасность и доступность

ПЛК-1 прошло испытания и сертификацию подтверждающие возможность применения в защищенных системах, системах безопасности. ПЛК-1 разработан и изготовлен для систем контроля и управления технологическими процессами.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

Неверное подключение или программирование ПЛК-1, может вызвать травмы.

Проверьте все соединения и всю систему на соответствие требованиям к системе безопасности перед запуском!

3.1.1 Расчёт вероятностных показателей функциональной безопасности.

Расчет вероятностных показателей функциональной безопасности производился в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012, ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012, ГОСТ Р МЭК 61508-3-2012.

Устройство ПЛК-1 относится к категории сложных устройств (тип «B»), т.к. в конструкцию входят электронные узлы, такие как микросхемы, микроконтроллеры, микропроцессоры.

Расчет показателей надежности для ПЛК-1 представлен в документе ЛЯЮИ.469535.143РР.

Отчет «Failure modes, effects, and diagnostic analysis (FMEDA)» и расчёт вероятностных показателей функциональной безопасности для ПЛК-1 ЛЯЮИ.469535.143 предоставляются по отдельному запросу изготовителю.

3.1.2 Самодиагностика и диагностика неисправностей

Операционная система ПЛК-1 выполняет комплексы по самодиагностике при запуске и во время работы. В объем самодиагностики входят следующие компоненты:

- процессоры и основные микросхемы;

- области памяти (ОЗУ и энергонезависимой памяти).

Все модули ПЛК-1 оснащены светодиодами, указывающими на наличие ошибок. Это позволяет оператору/технику быстро диагностировать неисправности в устройстве или внешней проводке.

Кроме того, программное обеспечение ПЛК-1 также имеет функции для оценки различных системных переменных, которые сообщают о состоянии модуля.

История с диагностическими сообщениями хранится в памяти процессорного модуля МП17.

Для получения дополнительной информации об оценке диагностических сообщений следует смотреть руководство по эксплуатации на ПЛК-1 (ЛЯЮИ.469535.143РЭ).

3.1.3 Средства программирования и отладки

Используя средства программирования и отладки, пользователь создает программу и настраивает контроллер.

Концепция безопасности среды программирования заключается в наличии следующих функций:

- встроенный редактор для текстовых (IL и ST) и графических языков (FBD, LD, SFC) стандарта МЭК 61131-3;

- встроенный компилятор, преобразующий логику и алгоритмы программных модулей (из которых состоит прикладная программа), описанных на языках стандарта МЭК 61131-3 в эквивалентный С код;

- механизм плагинов, позволяющий связывать внешние источники данных, такие как модули УСО (их параметры, состояния), SCADA-системы с логикой и алгоритмами программных модулей;

- средства отладки прикладной программы в режиме исполнения.

Среда программирования обеспечивает многочисленные меры для проверки введенной пользователем информации.

3.2 Временные характеристики ПЛК-1

ПЛК является свободно компонуемым устройством с системным интерфейсом, реализованном на базе последовательного канала. Таким образом, длительность

исполнения цикла обмена данными с модулями напрямую зависит от установленного набора модулей, а также от настроек службы шины, обеспечивающей взаимодействие с модулями или от настроек библиотеки, используемой в прикладной программе для организации этого взаимодействия.

Все основные временные параметры могут быть настроены пользователем с учетом состава экземпляра ПЛК, а также с учетом требований автоматизируемого технологического процесса в части временных характеристик.

Взаимодействие программных компонентов ПЛК во времени можно схематично отобразить в виде диаграммы в соответствии с рисунком 2.

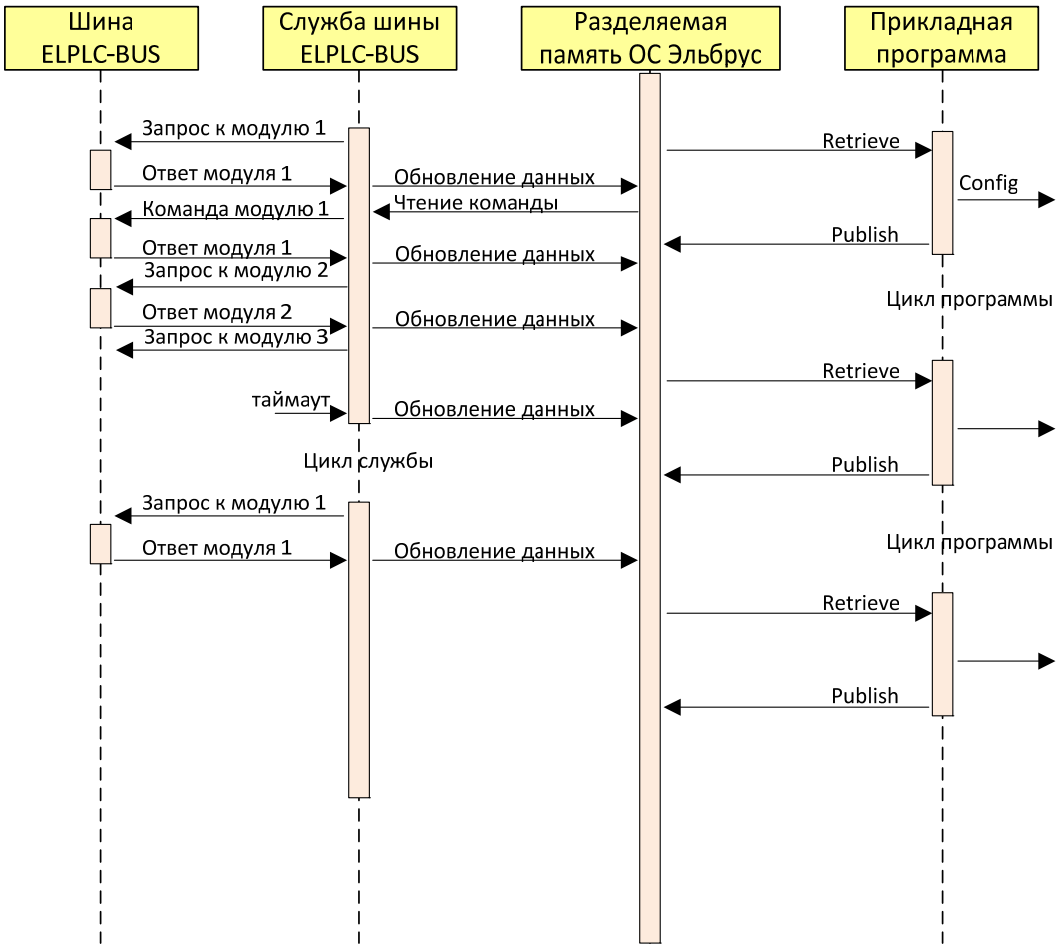

Рисунок 2 - Временная диаграмма взаимодействия.

На рисунке видно, что в процессе работы ПЛК исполняются программные компоненты: служба шины ELPLC-BUS и прикладная программа пользователя. Это независимые процессы в ОС, которым необходимо установить наивысший приоритет (RT, SHED_FIFO). Служба шины ведет непосредственный обмен с модулями УСО, исполняя всю необходимую логику по обеспечению функций обмена данными, передачу команд, автоматическому конфигурированию шины, обработку событий горячей замены и т.д. Обмен данными между службой и прикладной программой ведется через область

разделяемой оперативной памяти, предоставленной операционной системой Эльбрус. Каждый из программных компонентов имеет свой настраиваемый цикл обмена. Все настройки доступны пользователю.

При определении временных настроек, в случае необходимости обеспечения реального времени исполнения программы, стоит учитывать возможные отклонения в работе шины, вызванные нештатными ситуациями, который повлекут за собой возникновение дополнительных временных задержек.

Так, временная диаграмма обмена по шине представлена на рисунке 3. В ней определены временные интервалы, входящие в настройки службы шины и характеризующие минимальные значения, которые следует учитывать при расчете времени цикла.

Рисунок 3 - Временная диаграмма обмена данными на шине.

По временной диаграмме видно, что цикл взаимодействия с набором модулей состоит из акта обмена с каждым модулем, интервалами между этими обменами, интервалом между циклами, а также возможными интервалами в случае выхода из строя модуля (в этом случае возникает дополнительная задержка на ожидание ответа), а также на исполнение циклов конфигурации при добавлении нового модуля в процессе работы. В последнем случае дополнительно возникают задержки, связанные с тем, что обмен в процессе настройки ведется на пониженной скорости.

В общем случае обмен может быть описан блок-схемой в соответствии с рисунком 4. Основные временные параметры описываются в таблице 2.

Таблица 2 - Временные параметры работы шины.

Наименование	**Значение**	**Тип**
1 Скорость взаимодействия с модулем при нормальной работе (Мбит/с)	12	Зависит от модуля
2 Скорость взаимодействия с модулем в режиме конфигурации (Мбит/с)	1	Константа
3 Время успешного обмена с модулем стандартным блоком данных (мкс) (T1)	~200	Константа
4 Рекомендованный интервал между обменами (мкс) (T2)	50	Задается в конфигурации службы
5 Максимальное время ожидания ответа от модуля, таймаут (мкс) (T3)	800	Задается в конфигурации службы
6 Время обмена одной командой в процессе	~1000	Константа

конфигурации, мкс (Т4)		
7 Количество повторов при ошибках обмена	2	Задается в конфигурации службы

Из блок-схемы работы шины видно, что подпрограмма обмена данными с модулями предусматривает возможность возникновения ошибки обмена. Ошибки могут быть связаны с неисправностью модуля, с его изъятием пользователем, а также с ошибками целостности данных, возникающими в процессе передачи. В такой ситуации служба может выполнить запрос повторно столько раз, сколько указано в ее настройках. Выбор значения этого параметра лежит на пользователе. Пользователь должен определить стратегию работы ПЛК. В случае, если целью является достижения максимального времени реакции системы параметр «Количество повторов при ошибках обмена» (в соответствии с таблицей 2) должен иметь значение равное одному. В этом случае, повторы выполняться не будут.

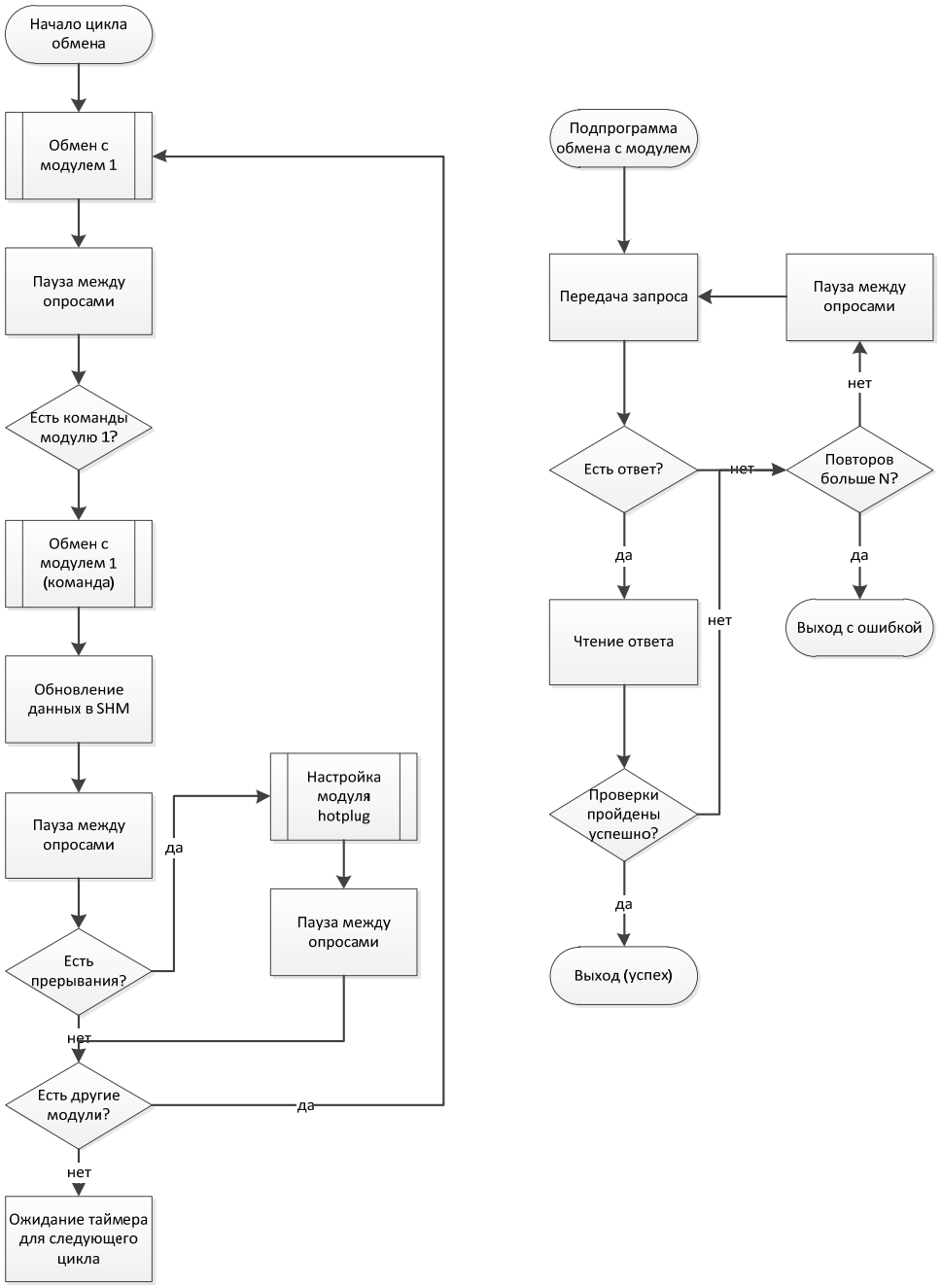

Рисунок 4 - Блок-схема алгоритма обмена по шине ELPLC-BUS.

Таким образом, имея все данные по настройкам и константам можно определить максимальное время работы цикла обмена с учетом повторов и стратегии применения ПЛК. Немаловажным фактором является определение возможности применения системы горячей замены модулей, т.к. процедура конфигурации установленного модуля будет выполняться на пониженной скорости и будет вставлена в общий цикл обмена. Таким образом следует понимать, что в момент добавления модуля система может работать с увеличенными циклами. А следовательно, если такое время не зарезервировано общим циклом обмена, не следует извлекать и добавлять модули в ПЛК, работающий с

процессами, требующими жесткого реального времени.

Рекомендованные настройки службы шины (/opt/ineum/elplc/elplcd.conf) описаны в таблице 3.

Таблица 3 - Рекомендованные настройки службы шины.

Параметр	Описание	Значение
1 main_loop_delay	Время цикла опроса модулей (всей шины), мкс	5000
2 bus_retries	Количество повторных попыток обмена	2
3 retries_delay	Задержка перед повтором, мкс	100
4 read_delay	Интервал между любыми двумя обменами на шине, мкс	50
5 timeout_response	Тайм-аут ожидания ответа от модуля, мкс	1000

Установка таких параметров позволит гарантированно получить цикл обмена данными с модулями, в случае полного заполнения корзины, т.е. установки 10 модулей ввода/вывода каждые 5 мс. Это время указано с учетом того, что все модули в корзине исправны. Отказ каждого модуля будет увеличивать время цикла, в этому случае до 2 мс. Т.е. условие перестанет выполняться при отказе 2-х и более модулей.

При установке таких параметров работы службы шины, время цикла программы следует задавать от 5 до 10 мс.

Гарантированное время цикла программы с учетом цепочки отказов или с учетом обработки ситуаций «горячей замены» модулей составляет не менее 30 мс.

Время алгоритмической обработки на каждом цикле ПЛК напрямую зависит от содержания и сложности пользовательской программы. Для ориентира некоторые результаты замеров приводятся в таблице 4.

Таблица 4 - Время выполнения программ

Параметр	Время (мс)
1 Исполнение программы, содержащей 36000 функциональных блоков FBD целочисленного сложения (ADD)	~4 мс
2 Исполнение программы, содержащей 36000 функциональных блоков FBD деления чисел с плавающей точкой (тип REAL)	~ 7 мс
3 Исполнение программы, содержащей 36000 функциональных блоков FBD вычисления sin	~ 9 мс

Для операционной системы Эльбрус разработана специализированная библиотека высокопроизводительных вычислений (eml), позволяющая в значительной степени увеличить производительность программ при организации сложных математических вычислений. Функции библиотеки могут быть задействованы в программе путем применения вставок на языке С.

3.3 Виды испытаний

Виды и методики испытаний приведены в технических условиях на ПЛК-1 (ЛЯЮИ.469535.143ТУ таблица 3.1).

Приемочные испытания - контрольные испытания опытных образцов, опытных партий продукции или изделий единичного производства, проводимые соответственно с целью решения вопроса о целесообразности постановки этой продукции на производство и (или) использованию по назначению.

Периодические испытания необходимы для обнаружения любых скрытых неисправностей (несоответствий) в ПЛК-1. Периодические испытания - контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые в объемах и в сроки, установленные в нормативных документах с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска.

Периодичность проведения испытаний - не реже одного раза в 5 лет.

Периодическим испытаниям подвергается экземпляр ПЛК-1 из числа прошедших приемо-сдаточные испытания. Образцы изделий для периодических испытаний отбирает представитель ОТК предприятия-изготовителя.

3.4 Требования по безопасности

При использовании ПЛК необходимо соблюдать следующие требования по безопасности:

3.4.1 Конфигурация ПЛК-1

При конфигурировании ПЛК-1 для обеспечения должного уровня функциональной безопасности проектируемой системы управления необходимо соблюдать требования:

- Каждый модуль в ПЛК-1 должен иметь кратный резерв (кроме объединительной панели «бэкплейн»);
- Необходимо соблюдать все эксплуатационные требования, указанные в данном руководстве по безопасности (подраздел 2.2), относящиеся к ЭМС, механическим, химическим и климатическим воздействиям.

Для обеспечения функциональной безопасности в цепях управления рекомендуется руководствоваться принципами дублирования исполнительных механизмов и электронных компонентов, задействованных в цепях управления. В связи с этим каналы управления с применением модулей дискретного вывода необходимо коммутировать

последовательно, применяя два канала управления в двух разных модулях МДВыв в соответствии с рисунком 5.

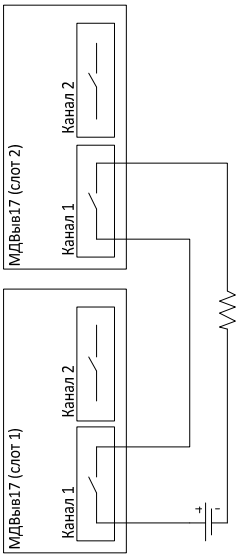

Рисунок 5 - Схема каналов управления.

На схеме видно, что управление нагрузкой осуществляется двумя каналами двух разных модулей. Одним из наиболее вероятных отказов в цепях дискретного управления является отказ реле (электромагнитного или твердотельного). При этом отказ может быть связан не только с обрывом цепи, но и наоборот, т.е. отказ может произойти во время исполнения команды отключения. Это связано с подгоранием контактов электромагнитного реле или с пробоем твердотельного реле. Схема включения через два последовательных реле помогает бороться с такими ситуациями. При этом следует соответствующим образом программировать работу таких исполнительных каналов. Программное обеспечение должно сначала подать управляющий сигнал на реле №1, а затем, выдержав необходимый интервал времени для установления устойчивого контакта, выдать команду управления на реле №2. В этом случае, реле №1 будет замыкать разомкнутую цепь, а следовательно, на его контакты не будет оказывать влияние величина подключаемой нагрузки, будет отсутствовать искрение контактов и, как следствие, не будет подгорания контактов, которое может привести к их «залипанию» при выполнении команды отключения. Реле №2 будет работать в обычном режиме. Однако, в случае его выхода из строя, цепь будет разомкнута с помощью реле №1, что обеспечит приведение объекта управления в безопасное состояние. Отключение такого канала, также следует проводить последовательно.

Каналы аналогового управления не допускают подобных схем включения. В связи с этим, при проектировании безопасных каналов аналогового управления технологическим объектом должно быть обеспечено наличие резервированных

исполнительных устройств, которые необходимо подключать к двум разным модулям аналогового вывода.

Объединительная панель ПЛК-1 имеет дублированный интерфейс передачи данных. Система опроса должна быть сконфигурирована таким образом, чтобы оба канала обмена могли быть задействованы при работе, что в значительной мере повысит функциональную безопасность ПЛК.

3.4.2 Программирование ПЛК-1

Персонал, разрабатывающий программы для ПЛК-1, должен соблюдать следующие требования безопасности:

- в частях, связанных с безопасностью, убедитесь, что параметры ПЛК-1, связанные с безопасностью, правильно настроены. Функциональное описание и принцип работы представлены в руководстве по эксплуатации (ЛЯЮИ.469535.143 РЭ);
- в части системы программирования и отладки, персонал должен использовать только рекомендуемые заводом изготовителем средства;
- разработанные в системе программирования прикладные программы ПЛК-1 должны быть верифицированы и валидированы в соответствии с требованиями предъявляемыми к системе;
- реакция системы на отказы в резервированных модулях ввода и вывода должна быть определена в пользовательской программе в соответствии с условиями безопасности, специфичными для системы.

Система резервирования ПЛК-1 предусматривает работу в режиме «горячего резерва» по схеме **1oo2** (*«1 out of 2»*, *«один из двух»*). Этот режим подразумевает наличие в составе ПЛК двух процессорных модулей. При этом одно устройство имеет роль «основного», а второе «резервного». Оба процессорных модуля, помимо интеграции в ЛВС технологического процесса, должны иметь непосредственный выделенный канал связи между собой. Процессорные модули ПЛК-1 имеют в составе три канала Ethernet 10/100/1000 Мбит/с. Наличие трех каналов позволяют:

- от каждого процессорного модуля использовать два канала для резервированного (в «горячем» резерве) информационного обмена с устройствами или системами «верхнего уровня», такими как серверы SCADA-систем, рабочие места оператора и т.д;
- третий канал должен быть использован для информационного обмена между процессорными модулями для организации системы резервирования ПЛК-1.

ВНИМАНИЕ!

Не допускается наличие других устройств в сегменте сети резервированного канала связи!

Использование схемы резервирования «один из двух» подразумевает, что в текущий момент времени с модулями УСО осуществляет обмен только один процессорный модуль из двух. При этом, на каждом такте работы системы управления процессорные модули осуществляют обмен данными по резервированному каналу связи дважды: первый раз после чтения входных данных, второй после того, как отработают алгоритмы и будут сформированы выходные данные. При этом «резервный» процессорный модуль получает все входные данные от «основного». Кроме того, «резервный» процессорный модуль получает сигналы «пульса», факт приема которых свидетельствует о надлежащем состоянии модуля-партнера. В случае, если «резервный» модуль не получит сигналы «пульса» от основного за заданный промежуток времени, он автоматически возьмет управление на себя и начнет вести обмен с модулями УСО. Отказ модуля-партнера фиксируется на уровне системы резервирования и передаётся в виде диагностического сообщения на верхние уровни. При восстановлении соединения, осуществляется синхронизация данных, и модулям присваиваются роли, заданные на этапе инициализации.

Связь с системами «верхнего уровня» возможно через оба процессорных устройства.

При этом важно, чтобы прикладное программное обеспечение должным образом обрабатывало диагностические программно-формируемые сигналы состояние системы резервирования. В случае перехода на резервный комплект оператор должен быть уведомлен о произошедшем, а в журналах процессорных устройств должны быть сделаны соответствующие записи, которые будут сохранены на энергонезависимом встроенном носителе.

3.4.3 Связь

Необходимо соблюдать следующие требования:

- При реализации связанного с безопасностью обмена данными между различными модулями и различными ПЛК-1 убедитесь, что общее время отклика соответствует требованиям на систему;
- При передаче данных, связанных с безопасностью от ПЛК-1 во внешние системы необходимо соблюдать правила безопасности ИТ. Передача данных, связанных с

безопасностью, через общедоступные сети, такие как Интернет, разрешается только в том случае, если были приняты дополнительные меры безопасности, такие как VPN-туннель и межсетевой экран;

- Если данные передаются через локализованную сеть, должны быть приняты административные или технические меры для обеспечения достаточной защиты от манипуляций (например, использование брандмауэра для отделения компонентов сети, связанных с безопасностью, от других сетей).

3.4.4 Обслуживание

Операторы (персонал по обслуживанию) несут ответственность за обеспечение надлежащего технического обслуживания. Они должны принять необходимые меры, чтобы гарантировать безопасную работу во время технического обслуживания.

Обслуживание ПЛК-1 должно проводиться квалифицированным персоналом, имеющий допуск к работам и изучившим ЛЯЮИ.469535.143РЭ.

Для ПЛК-1 должна соблюдаться периодичность обслуживания не менее одного раза в год.

ПЛК-1 в период, указанный в подразделе 1.9 ЛЯЮИ.469535.143ТУ на устройство, должен проходит процедуру поверки.

3.4.5 Ремонт

Ремонт ПЛК-1 должен производиться на заводе-изготовителе или в специализированной организации.

Ремонт ПЛК-1 на месте установки производится модульно – путем замены неисправного модуля, с внесением данной информации в паспорт устройства ЛЯЮИ.469535.143ПС.

ПЛК-1 поддерживает «горячую» (без вывода из эксплуатации всего ПЛК-1) замену отдельных модулей. Для корректной замены необходимо соблюдать следующий порядок действий:

- отключить кабели, соединенные с разъемами на лицевой панели модуля, который необходимо заменить. (Кроме модуля блока питания!)
- если заменяется функциональный модуль – открутить крепежные винты модуля и вынуть его из каркаса.
- если заменяется процессорный модуль – выключить модуль нажатием

кнопки на лицевой панели (см. руководство по эксплуатации модуля), открутить крепежные винты модуля и вынуть его из каркаса.

- если заменяется модуль блока питания – выключить тумблер на лицевой панели блока, отсоединить кабель питающей сети, открутить крепежные винты модуля и вынуть его из каркаса. Изъятие модуля блока питания из каркаса допускается только после его выключения!
- вставить новый функциональный модуль на место заменяемого модуля и закрепить его винтами на лицевой панели.
- при установке модулей блоков питания проследить за тем, что выключатель на лицевой панели модуля блока питания находится в выключенном положении («О»). Включение модуля блока питания допускается только после полной установки и закрепления его винтами на лицевой панели.
- при установке процессорного модуля необходимо помнить, что включение модуля происходит с задержкой в несколько секунд после его установки в каркас.
- подключить кабели к разъемам на лицевой панели модуля.

ВНИМАНИЕ!

Следует помнить, что механизм горячей замены предусматривает дополнительные циклы шины по настройке модуля. Следует учитывать этот фактор при оценке возможности выполнения горячей замены в системах, критичных по времени исполнения основного цикла работы ПЛК.

Приложение А - Нормативные документы

Обозначение	Наименование
ГОСТ 8.568-2017	Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения
ГОСТ В 9.003-80	Единая система защиты от коррозии и старения. Военная техника. Общие требования к условиям хранения
ГОСТ 9.014-78	Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов
ГОСТ 14254-2015	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
ГОСТ Р 15.301-2016	Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки продукции и постановки на производство
ГОСТ CISPR 24-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Устойчивость к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний
ГОСТ 21552-84	Средства вычислительной техники. Общие технические требования, приемка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
МИ 2539-99	Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технологических комплексов. Методика поверки.
ТВГИ.00311-28	Общее программное обеспечение (ОПО) «Эльбрус».
ТВГИ.00473-03 34 01	Система тестовых и диагностических программ . Руководство оператора
ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012	Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Общие требования
ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012	Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Требования к системам

ГОСТ Р МЭК 61508-3-2012	Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Требования к программному обеспечению
ГОСТ Р ИСО 9001-2015	Системы менеджмента качества
ГОСТ 30805.22-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений
ГОСТ 30804.4.2-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний
ГОСТ 30804.4.3-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний
ГОСТ 30804.4.4-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний
ГОСТ Р 51317.4.5-99	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний
ГОСТ 30804.4.11-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний
ГОСТ Р 51317.4.14-2000	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебаниям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний
ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016	Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	Номер докум.	Входящий номер сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	изменения	замена	новых	аннулиро-ванных					