

## **Функциональное описание программы**

Программа «Программа микроконтроллера для модуля ПЛК2» (далее – программа) разработана для применения в модулях программируемого логического контроллера ПЛК2. Каждый из модулей представляет собой отдельное устройство с интерфейсами ввода-вывода и интерфейсом для взаимодействия с управляющим устройством – «Мастером».

Программное обеспечение модуля для ПЛК2 имеет следующие характерные особенности:

1) включает поддержку модулей:

- дискретного ввода на микросхеме MAX22190,
- дискретного вывода на MAX14912,
- аналогового ввода на AD74412,
- аналогового вывода на AD74412,
- ввода сигналов термосопротивлений и термопар на AD7124,
- коммуникационного на XR20M;

2) предполагает взаимодействие с «Мастером» посредством шины EtherCat, в качестве контроллера которой (EtherCat slave controller) используется микросхема Microchip LAN9252;

3) включает конфигурации сборки для микроконтроллеров STM32 F401RE и STM32 F401RB.

Программа реализует концепцию невытесняющей (кооперативной) многозадачности. Логика работы с каждым из контроллеров ввода-вывода и прочих процессов, происходящих внутри модуля, представляется набором конечных автоматов (Finite State Machine – FSM), работающих независимо друг от друга с минимальной синхронизацией. Компоненты, включающие указанные автоматы, в течение минимального кванта времени выполняют проверку условий (готовность устройства, наличие данных для обработки) и либо возвращают управление для следующей компоненты, либо выполняют переход в новое состояние с обработкой полученных данных. Если обработка данных требует длительного времени, ее выполнение будет осуществляться небольшими квантами.

## **Установка программы**

Собранная программа должна быть загружена в соответствующее устройство (модуль ПЛК). Для этого используется порт Serial Wire модуля ПЛК и соответствующий программатор (например, ST Link v2). Подключение программатора производится в соответствии с документацией и схемой конкретного модуля.

После подключения программатора загрузка программы в устройство осуществляется посредством программного обеспечения, совместимого с программатором. В частности, для инструментальной ЭВМ с ОС Linux и архитектурой Intel i386/AMD 64 могут быть использованы:

- утилиты st-flash (<https://github.com/stlink-org/stlink>)
- arm-none-eabi-gdb (если поддерживается программатором)
- openocd

## **Руководство пользователя**

Основным функциональным требованием к программе является обеспечение внутреннего цикла, в рамках которого осуществляется опрос интерфейса взаимодействия с управляющим устройством (прием команд), выдача ответа, а также опрос и выставление команд на контроллеры ввода-вывода в соответствии с задачей конкретного модуля ПЛК.

Модули, входящие в состав ПЛК, аппаратно представляют собой центральный микроконтроллер с одним ядром и набором контроллеров внешних интерфейсов. По внешним шинам осуществляется связь с большим количеством (5-10) контроллеров ввода-вывода, требующих мониторинга и управления.

Структура программы состоит из следующих разделов:

1. Архитектурно-зависимые компоненты. Включают реализацию низкоуровневых драйверов для конкретных микроконтроллеров и, при необходимости, загрузчики, обеспечивающие инициализацию микроконтроллера.

2. Системные компоненты. Включают менеджер ресурсов, высокоуровневые драйверы последовательного порта, консоли и ряд вспомогательных компонентов.

3. Транспортный уровень, обеспечивающий реализацию протоколов доступа к устройству для «Мастера» - Modbus, протоколы уровня приложений Ethercat.

4. Драйверы контроллеров ввода-вывода.

5. Таблицы и формулы для выполнения преобразований при расчетах инженерных величин (ГОСТ-ы для получения значений температур и т.д.).

6. Компоненты, реализующие логику конкретных модулей ПЛК: устройства дискретного и аналогового ввода и вывода, управления питанием, расширения коммуникационных возможностей и др.

В целях повышения надежности программа включает компоненты самодиагностики и проверки целостности. Функционирование указанных компонент осуществляется параллельно с прочими компонентами – они также получают кванты времени для выполнения своих задач.

Для конфигурирования программы используется внешнее запоминающее устройство (EEPROM), что позволяет использовать один и тот же образ ПО (собранный под определенный микроконтроллер) для различных модулей, а также гибкую настройку каждого модуля под конкретную задачу.