

УТВЕРЖДЕНО  
643.КТЛБ.00014-01 13 01-1-ЛУ

Общество с ограниченной ответственностью «Кардиотехника»

**КАБЕЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КПО-03**

**Описание программы  
643.КТЛБ.00014-01 13 01-1**

**Листов 11**

Инд.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

## **АННОТАЦИЯ**

Документ относится к программному обеспечению КАБЕЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КПО-03 643.КТЛБ.00014-01 издание 01.

В документе описывается ПО КПО-03, предназначенное для управления кабелем для холтеровского мониторинга, исполняемое в среде микроконтроллера семейства STM8.

## Содержание

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ .....	4
3. ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ .....	4
4. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРОГРАММНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА .....	6
5. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА.....	7
6. ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	8
7. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	9
8. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ.....	10
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.....	11

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

- 1.1. Обозначение ПО - 643.КТЛБ.00014-01.
- 1.2. Наименование ПО - Кабельное программное обеспечение КПО-03  
Сокращённое наименование ПО - КПО-03.
- 1.3. Дополнительное программное обеспечение, необходимое для функционирования программы - не требуется.
- 1.4. Языки программирования, на которых написана программа – С, Assembler.

## 2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

- 2.1. КПО-03 предназначено для управления кабелем для холтеровского мониторинга.
- 2.2. Задачи, решаемые с помощью КПО-03:
  - 2.2.1. Управление встроенным в кабель датчиком движения/положения тела пациента (ДДПТП): приём данных от микросхемы акселерометра ДДПТП, накопление их в буфере в оперативной памяти микроконтроллера, отправка на внешнее устройство (холтеровский регистратор ЭКГ).
  - 2.2.2. Запись, чтение и хранение в постоянной памяти микроконтроллера данных счетчика постановок кабеля с модификацией счетчика при каждой постановке по команде внешнего устройства (холтеровского регистратора ЭКГ).
  - 2.2.3. Запись и хранение в постоянной памяти микроконтроллера данных о серийном номере, типе кабеля, дате его изготовления, а также выдача этих данных по запросу внешнего устройства (холтеровского регистратора ЭКГ).
- 2.3. Функциональные ограничения на применение: КПО-03 совместимо только с микроконтроллерами семейства STM8. Также необходимо, чтобы внешним устройством был соблюден порядок следования и значения команд и данных, соответствующие реализованному в КПО-03 алгоритму.

## 3. ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

- 3.1. Работа ПО основана на приёме команд от внешнего устройства и отправке ответов. В качестве внешнего устройства может быть использован холтеровский регистратор ЭКГ.
- 3.2. Алгоритм работы программы представлен на рисунке 1.

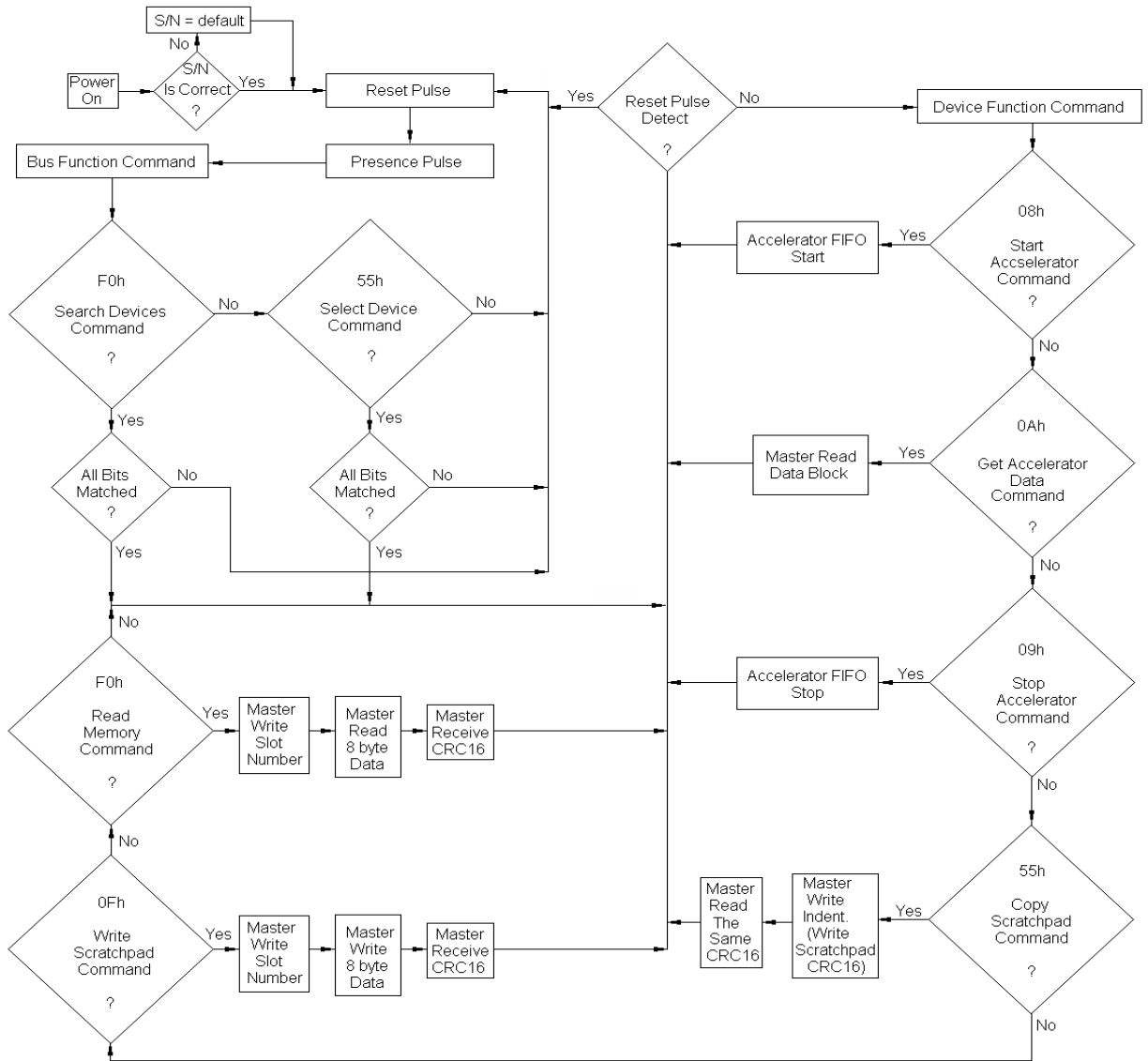


Рисунок 1. Алгоритм работы КПО-03

### 3.3. Структура программы:

3.3.1. Главный исполняемый цикл (основной цикл) при получении команды от внешнего устройства и её распознавания (команда может быть искажена при передаче или иметь неверный формат, в таком случае она будет проигнорирована) передаёт управление в соответствующую процедуру (запись значения в память, чтение значения из памяти, получение данных из акселерометра и т.д.). Процедура выполняет свою задачу и возвращает управление в основной цикл.

3.3.2. Основной цикл находится в файле Main.c. Также в этом файле содержатся инициализационные коды для всех периферийных устройств, используемых программой. При запуске программы производится однократная инициализация всех периферийных устройств. При отсутствии внешних команд основной цикл не производит никаких действий, кроме сброса системы WatchDog. В случае поступлении внешней команды основной цикл распознаёт её значение и либо

выполняет, либо передаёт управление для её выполнения в соответствующее место программы.

3.3.3. Файл Eeprom.c содержит алгоритм работы с энергонезависимой памятью микроконтроллера для записи и чтения значений. При передаче ему управления из основного цикла осуществляет эти действия и передаёт управление обратно.

3.3.4. Файл Lis3dh.c содержит алгоритм работы с внешним акселерометром, а именно загрузку инициализационной последовательности и приём данных.

3.3.5. Файл Asm.s содержит алгоритм разбора входящих от внешнего устройства команд.

3.3.6. Файл Watchdog.c содержит алгоритм сброса системы WatchDog (система обеспечивает рестарт микроконтроллера в случае зависания).

3.4. Связи программы с другими программами – команды, поступающие от внешнего устройства, распознаются и выполняются КПО-03. Те команды, которые не прошли распознавание, не выполняются. КПО-03 является полностью зависимым типом ПО и выполняет свои задачи только после получения соответствующей команды внешнего устройства.

3.5. При компиляции КПО-03 может быть настроена на использование в одном из двух вариантов исполнения файла watchdog.c (функция ResetWatchdog), в зависимости от предполагаемого функционала микроконтроллера, куда она будет загружаться:

3.6. Вариант 1 используется при наличии внешней по отношению к микроконтроллеру микросхемы WatchDog. В этом случае сброс системы WatchDog осуществляется путём формирования импульсов (переходов из состояния логического 0 в состояние логической 1 и наоборот) на порте микроконтроллера.

3.7. Вариант 2 используется при отсутствии внешней по отношению к микроконтроллеру микросхемы WatchDog. В этом случае сброс системы WatchDog осуществляется путём записи значения в регистр внутренней системы WatchDog микроконтроллера.

3.8. Конфигурация функции ResetWatchdog для варианта 1:

Запустить на исполнение файл ExtWDT.bat.

3.9. Конфигурация функции ResetWatchdog для варианта 2:

Запустить на исполнение файл IntWDT.bat.

## **4. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРОГРАММНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА**

4.1. КПО-03 исполняется в среде микроконтроллера типа STM8 со следующими основными параметрами:

4.1.1. Разрядность системной шины – 8 бит.

4.1.2. Объём постоянной энергонезависимой памяти, не менее – 2 КБ.

4.1.3. Объём оперативной памяти, не менее – 1,5 КБ.

4.1.4. Тип постоянной энергонезависимой памяти – EEPROM.

4.1.5. Объём Flash-памяти, не менее – 8 КБ.

- 4.1.6. Напряжение питания – в диапазоне от 1.65В до 3.6В.
- 4.2. Утилита загрузки в микроконтроллер – STVP (ST Visual Programmer).
- 4.3. Программатор ST-LINK/V2 или аналогичный.
- 4.4. Внешнее устройство – холтеровский регистратор ЭКГ, используется для программирования и проверки параметров кабеля (тип, серийный номер, число постановок) и для проверки работы ДДПТП, встроенного в кабель. Тип, модель регистратора определяется самостоятельно пользователем программы.
- 4.5. Для функционирования утилиты по загрузке пользовательских данных используется Linux-машина Raspberry Pi 4 со следующими характеристиками:
  - 4.5.1. Частота процессора, не менее – 1,5 ГГц.
  - 4.5.2. Оперативная память, не менее – 4ГБ.
  - 4.5.3. Интерфейсы – m-sd, HDMI, USB.
- 4.6. Утилита программирования пользовательских параметров CableLab. Утилита поставляется вместе с КПО-03.

## 5. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА

- 5.1. КПО-03 поставляется Пользователю в виде готовых скомпилированных файлов для загрузки в изделие в формате \*.s19, \*.hex, \*.bin или ином совместимом.
- 5.2. Описание процедуры загрузки КПО-03 в микроконтроллер:
  - 5.2.1. Загрузка КПО-03 осуществляется в микроконтроллер до момента его монтажа в кабель ЭКГ.
  - 5.2.2. Подключение микроконтроллера к программатору осуществляется через соответствующий переходник, переходник в комплект поставки КПО-03 не входит.
  - 5.2.3. После подключения кабеля к программатору необходимо загрузить утилиту STVP, открыть файл с кодом программы, далее на вкладке Program выбрать пункт All tabs. Если всё сделано верно, начнётся процесс загрузки кода в микроконтроллер, который отображается в виде строки с процентами.
  - 5.2.4. Загрузка завершается после того, как строка с процентами показывает 100%.
  - 5.2.5. Проверка правильности загрузки осуществляется автоматически непосредственно во время загрузки путем верификации записанных в микроконтроллер данных. Если на этапе верификации будет выявлена ошибка, процесс программирования заканчивается.
  - 5.2.6. После окончания загрузки микроконтроллер отключается от программатора и через переходник подключается к программе CableLab. В ней проверяется, что из микроконтроллера могут быть получены базовые данные – версия Hardware и Software программы КПО-03, значение UID (уникальный идентификатор). Если эти данные не могут быть получены или они поступают в искажённом виде, то операция загрузки ПО должна быть повторена, начиная с пункта 6.2.1. Если при повторном программировании снова получен отрицательный результат, то печатная плата с микроконтроллером бракуется.
- 5.3. Программный код КПО-03 начинает выполняться сразу же после подключения кабеля к совместимому внешнему устройству и подачи питания. В

качестве совместимого внешнего устройства используется холтеровский регистратор ЭКГ, тип и модель регистратора определяется Пользователем.

5.4. Код выполняется из Flash-памяти микроконтроллера с адреса 0x8000h, используя его встроенную оперативную память для хранения и модификации переменных данных. Точкой входа в алгоритм является функция main.

5.5. После окончания процедуры загрузки код КПО-03 в микроконтроллер печатные платы используются при сборке кабелей ЭКГ. Все дальнейшие работы по загрузке данных в микроконтроллер с помощью утилиты CableLab осуществляются непосредственно с кабелем ЭКГ.

5.6. Схема подключения кабеля ЭКГ к регистратору приводится в Руководстве эксплуатации на конкретный регистратор и/или на кабель.

5.7. Перед началом эксплуатации кабеля необходимо внести в память кабеля пользовательские данные: серийный номер кабеля; тип кабеля; начальное значение счетчика числа постановок. Эта процедура осуществляется следующим образом:

5.7.1. Кабель напрямую подключается к холтеровскому регистратору ЭКГ (далее – регистратор). Регистратор подключается к Linux-машине, на которой запускается утилита CableLab.

5.7.2. При подключении кабеля с установленной платой с запрограммированным КПО-03 микроконтроллером в утилите CableLab в поле «Кабель подключён» должна высветиться галочка.

5.7.3. При подключении в полях Sv и Hv должны высветиться данные о ПО. Поле Hv должно показать значение 1, поле Sv должно показать значение текущей версии ПО (на момент написания данного документа 0x29 или 0x34).

5.7.4. Если данные из пункта 5.7.3 отобразились верно, пользователь может загрузить данные о кабеле – его тип, номер и дату изготовления. После окончания загрузки кабель отключается от утилиты CableLab, затем подключается повторно, данные, получаемые из кабеля при этом процессе должны совпадать с данными, которые были запрограммированы.

## 6. ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Входными данными для КПО-03 являются команды и данные, поступающие от внешнего устройства. Команды и данные поступают побайтно через OneWire интерфейс и должны соответствовать следующей системе команд:

6.1. 0xF0h (один байт) – выдать свои полные идентификационные данные на внешнее устройство.

6.2. 0x55h – выдать подтверждение того, что устройство уже подвергалось обнаружению.

6.3. 0x08h – запустить приём данных с акселерометра.

6.4. 0x0Ah – выдать на внешнее устройство данные из буфера сигнала акселерометра.

- 6.5. 0x09h – прекратить приём данных с акселерометра, очистить буфер сигнала.
- 6.6. 0x0Fh – записать в оперативную память 8 последующих байт.
- 6.7. 0x55h – записать в постоянную память микроконтроллера данные, полученные по команде 0x0Fh.
- 6.8. 0xF0h + байт адреса – прочитать по адресу постоянной памяти микроконтроллера, указанному в байте адреса, 8 байт данных, и отправить их на внешнее устройство.
- 6.9. 0x83h – отправить на внешнее устройство UID (уникальный идентификатор).
- 6.10. 0x84h – отправить на внешнее устройство 4 байта значения текущего счётчика постановок кабеля.
- 6.11. 0xA5h – увеличить текущее значение счётчика постановок кабеля на единицу.
- 6.12. Последовательность команд 6.6 и 6.7 с пользовательскими данными – записать определяемое Пользователем ПО значение числа постановок в счетчик постановок кабеля.
- 6.13. Последовательность команд 6.6 и 6.7 с пользовательскими данными - записать тип кабеля в постоянную энергонезависимую память микроконтроллера. Таблица типов кабелей определяется Пользователем ПО.
- 6.14. Последовательность команд 6.6 и 6.7 с пользовательскими данными - записать серийный номер кабеля в постоянную энергонезависимую память микроконтроллера. Таблица серийных номеров кабелей определяется Пользователем ПО.
- 6.15. Последовательность команд 6.6 и 6.7 с пользовательскими данными - записать дату изготовления кабеля в постоянную энергонезависимую память микроконтроллера.

## 7. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Выходные данные КПО-03 представляют собой содержимое внутренней постоянной и оперативной памяти микроконтроллера, посылаемое на внешнее устройство через OneWire интерфейс. В зависимости от того, какой командой инициируется отправка данных, они должны соответствовать различным форматам:

- 7.1. Ответ на команду выдачи данных из буфера сигнала внешнего акселерометра представлен на рисунке 2.



5 - последний отсчет

A - не последний отсчет

9 - отсчетов нет

Рисунок 2. Формат ответа КПО-03 на команду выдачи данных из буфера сигнала внешнего акселерометра.

На рисунке 2 каждые два соединённых друг с другом прямоугольника представляют собой один байт данных, для наглядности разделённый на тетрады. Первая тетрада первого байта является технической и передаёт внешнему устройству данные о состоянии буфера сигнала на момент отправки. В соответствии с ними внешнее устройство может прекратить, возобновить или продолжить приём данных.

X1, X2, X3 – байты данных по оси X (3 тетрады)

Y1, Y2, Y3 – байты данных по оси Y (3 тетрады)

Z1, Z2, Z3 – байты данных по оси Z (3 тетрады)

7.2. Ответ на команду 0x0Fh – 2 байта с подсчитанным CRC16 (циклической суммой) полученных до этого байт входной команды.

7.3. Ответ на команду 0x55h – те же 2 байта CRC, что и в пункте 2.

7.4. Ответ на команду 0xF0h (пункт 6.1.8) – 8 байт данных из постоянной памяти микроконтроллера и два байта CRC16, высчитанные по этим восьми.

7.5. Ответ на команду 0x82h – 3 байта данных (номер версии устройства, номер версии прошивки (кода), номер подверсии прошивки (кода)).

7.6. Ответ на команду 0x83h – 12 байт данных уникального идентификатора устройства и один байт CRC8, посчитанного по этим 12.

7.7. Ответ на команду 0x84h – 4 байта значения счётчика постановок кабеля.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

ДДПТП – датчик движения/положения тела пациента

КПО-03 – КАБЕЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КПО-03  
643.КТЛБ.00014-01

ПО – программное обеспечение

Пользователь ПО – представитель организации, применяющей КПО-03 в изделии (кабеле).

Холтеровский регистратор ЭКГ – электронное устройство, осуществляющее регистрацию и хранение во внутренней памяти ЭКГ и других биофизиологических сигналов в течение длительного времени обследования -24 часов и более. По окончании обследования данные выгружаются в компьютер для обработки.

ЭКГ - электрокардиограмма

