

Общество с ограниченной ответственностью «Кардиотехника»

КАБЕЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КПО-03

Руководство системного программиста

643.КТЛБ.00014-01 32 01-1

Листов 17

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 программное обеспечение (ПО) КПО-03, предназначенное для управления кабелями для холтеровского мониторинга, исполняемое в среде микроконтроллера семейства STM8. Документ содержит указания системному программисту, обеспечивающие загрузку КПО-03 в изделие (кабель), проверку ПО, эксплуатацию ПО, сообщения системному программисту.

Содержание

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ	5
3. НАСТРОЙКА ПРОГРАММЫ	6
4. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА.....	7
5. ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	7
6. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	8
7. ПРОВЕРКА ПРОГРАММЫ.....	9
8. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ.....	12
9. СООБЩЕНИЯ СИСТЕМНОМУ ПРОГРАММИСТУ.....	13
10. ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ	16
11. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.....	17

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.

1.5. Назначение: КПО-03 предназначено для управления кабелем для холтеровского мониторинга.

1.6. Задачи, решаемые с помощью КПО-03:

1.6.1. 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).

1.6.2. 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).

1.6.3. 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).

1.7. Функциональные ограничения на применение: КПО-03 совместимо только с микроконтроллерами семейства STM8. Также необходимо, чтобы внешним устройством был соблюден порядок следования и значения данных, соответствующие реализованному в КПО-03 алгоритму.

1.8. Технические и программные средства, обеспечивающие выполнение КПО-03

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

- Разрядность системной шины – 8 бит.
- Объём постоянной энергонезависимой памяти, не менее – 2 КБ.
- Объём оперативной памяти, не менее – 1,5 КБ.
- Тип постоянной энергонезависимой памяти – EEPROM.
- Объём Flash-памяти, не менее – 8 КБ.
- Напряжение питания – в диапазоне от 1.65В до 3.6В.

1.8.2. Программатор ST-Link/V2 или аналогичный.

1.8.3. Утилита для загрузки ПО в микроконтроллер – STVP.

1.8.4. 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.

1.9. Linux-машина Raspberry Pi 4 со следующими характеристиками:

1.9.1. Частота процессора, не менее – 1,5 ГГц.

1.9.2. Оперативная память, не менее – 4ГБ.

1.9.3. Интерфейсы – m-sd, HDMI, USB.

1.9.4. Утилита программирования пользовательских параметров CableLab. Утилита поставляется вместе с КПО-03.

2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

2.1. Работа ПО основана на приёме команд от внешнего устройства и отправке ответов. В качестве внешнего устройства может быть использован холтеровский регистратор ЭКГ.

2.2. Алгоритм работы программы представлен на рисунке 1.

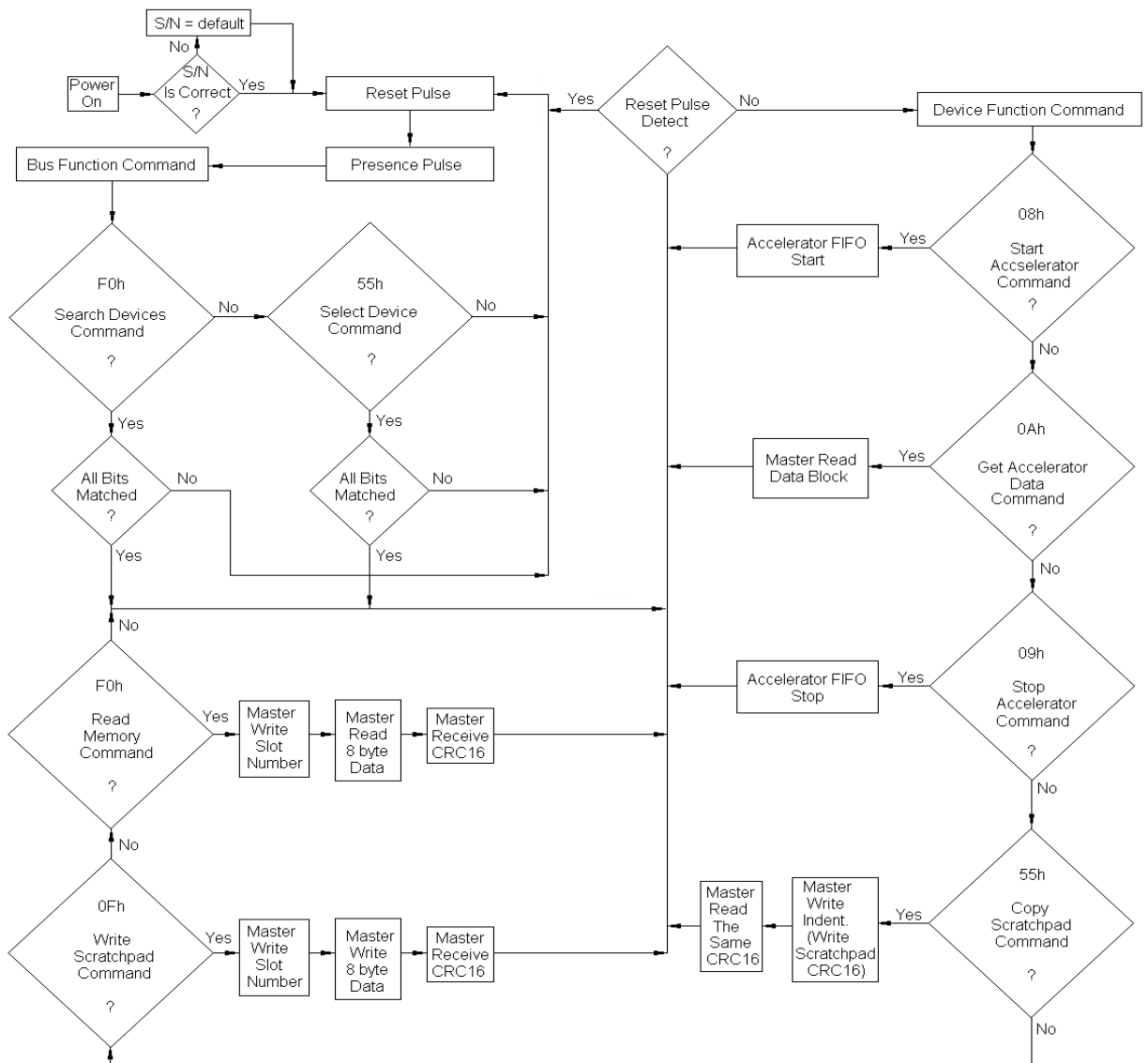


Рисунок 1. Алгоритм работы КПО-03

2.3. Структура программы:

2.3.1. 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.

2.3.2. 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 поступления внешней команды основной цикл распознаёт её значение и либо выполняет, либо передаёт управление для её выполнения в соответствующее место программы.

2.3.3. 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.

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

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

2.4. 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. НАСТРОЙКА ПРОГРАММЫ

3.1. 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:

3.2. 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.

3.3. 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.

4. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА

- 4.1. КПО-03 поставляется Пользователю в виде готовых скомпилированных файлов для загрузки в изделие в формате *.s19, *.hex, *.bin или ином совместимом.
- 4.2. Описание процедуры загрузки КПО-03 в микроконтроллер:
 - 4.2.1. Загрузка КПО-03 осуществляется в микроконтроллер до его монтажа в кабель ЭКГ.
 - 4.2.2. Подключение микроконтроллера к программатору осуществляется через соответствующий переходник, переходник в комплект поставки КПО-03 не входит.
 - 4.2.3. 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.
 - 4.2.4. Загрузка завершается после того, как строка с процентами показывает 100%.
 - 4.2.5. 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.
 - 4.2.6. После окончания загрузки микроконтроллер отключается от программатора и через соответствующий переходник подключается к программе CableLab. Там 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.
- 4.3. 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.
- 4.4. Код исполняется 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.
- 4.5. 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. 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:

- 5.1. 0xF0h (один байт) – выдать свои полные идентификационные данные на внешнее устройство.
- 5.2. 0x55h – выдать подтверждение того, что устройство уже подвергалось обнаружению.
- 5.3. 0x08h – запустить приём данных с акселерометра.
- 5.4. 0x0Ah – выдать на внешнее устройство данные из буфера сигнала акселерометра.
- 5.5. 0x09h – прекратить приём данных с акселерометра, очистить буфер сигнала.
- 5.6. 0x0Fh – записать в оперативную память 8 последующих байт.
- 5.7. 0x55h – записать в постоянную память микроконтроллера данные, полученные по команде 0x0Fh.
- 5.8. 0xF0h + байт адреса – прочитать по адресу постоянной памяти микроконтроллера, указанному в байте адреса, 8 байт данных, и отправить их на внешнее устройство.
- 5.9. 0x83h – отправить на внешнее устройство UID (уникальный идентификатор).
- 5.10. 0x84h – отправить на внешнее устройство 4 байта значения текущего счётчика постановок кабеля.
- 5.11. 0xA5h – увеличить текущее значение счётчика постановок кабеля на единицу.
- 5.12. Последовательность команд 6.6 и 6.7 с пользовательскими данными – записать определяемое Пользователем ПО значение числа постановок в счетчик постановок кабеля.
- 5.13. Последовательность команд 6.6 и 6.7 с пользовательскими данными - записать тип кабеля в постоянную энергонезависимую память микроконтроллера. Таблица типов кабелей определяется Пользователем ПО.
- 5.14. 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.
- 5.15. Последовательность команд 6.6 и 6.7 с пользовательскими данными - записать дату изготовления кабеля в постоянную энергонезависимую память микроконтроллера.

6. 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:

6.1. 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)

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

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

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

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

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

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

7. ПРОВЕРКА ПРОГРАММЫ

Проверка программы выполняется следующим образом:

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

7.1.2. При подключении кабеля с установленной платой с запрограммированным КПО-03 микроконтроллером в утилите CableLab в поле «Кабель подключён» должна высветиться галочка, как показано на рисунке 1. Поля «Номер», «Vin», «Счетчик

использования» имеют значение 0. В полях Sv и Nv должны высветиться данные о ПО. Поле Nv должно показать значение 1, поле Sv должно показать значение текущей версии ПО (на момент написания данного документа 0x29 или 0x34).

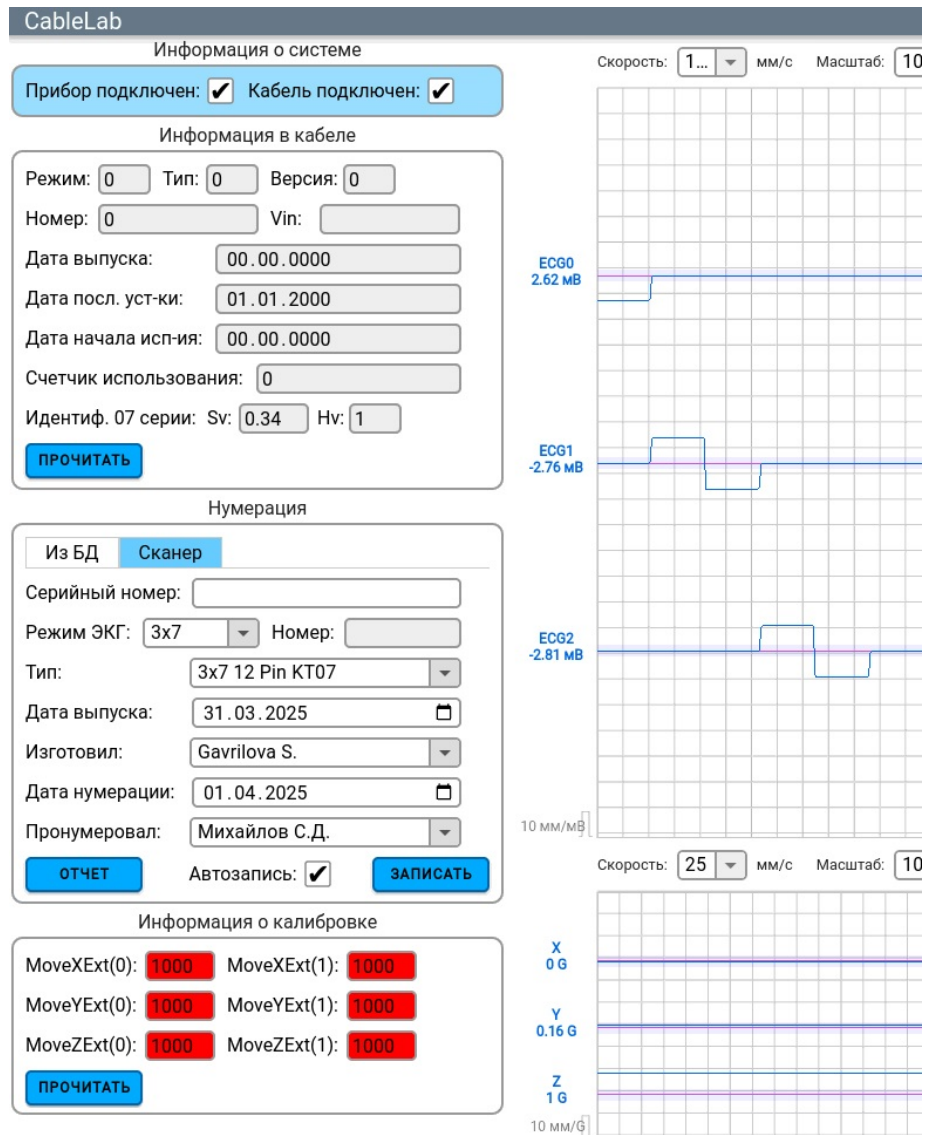


Рис. 1 Вид интерфейса утилиты CableLab при подключении исправного кабеля с нормально работающей программой КПО-03.

7.1.3. Если данные из пункта 7.1.2 отобразились верно, пользователь может ввести в соответствующие поля данные о кабеле для последующей загрузки:

«Тип» - тип кабеля (номер типа)

«Номер» - серийный номер кабеля

«Vin»- буквенно-цифровое обозначение типа кабеля

«Дата выпуска» - дата изготовления кабеля

«Счетчик использования» - по умолчанию=0, может быть внесено отличное от нуля значение.

7.1.4. 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, тем самым подтверждается правильность программирования данных.

7.1.5. Работоспособность ДДПТП проверяется путем физического перемещения держателя электрода кабеля, в котором установлен ДДПТП, при этом в поле XYZ на трех осях должны отобразиться три кривые работы ДДПТП, как это видно на рис. 2.

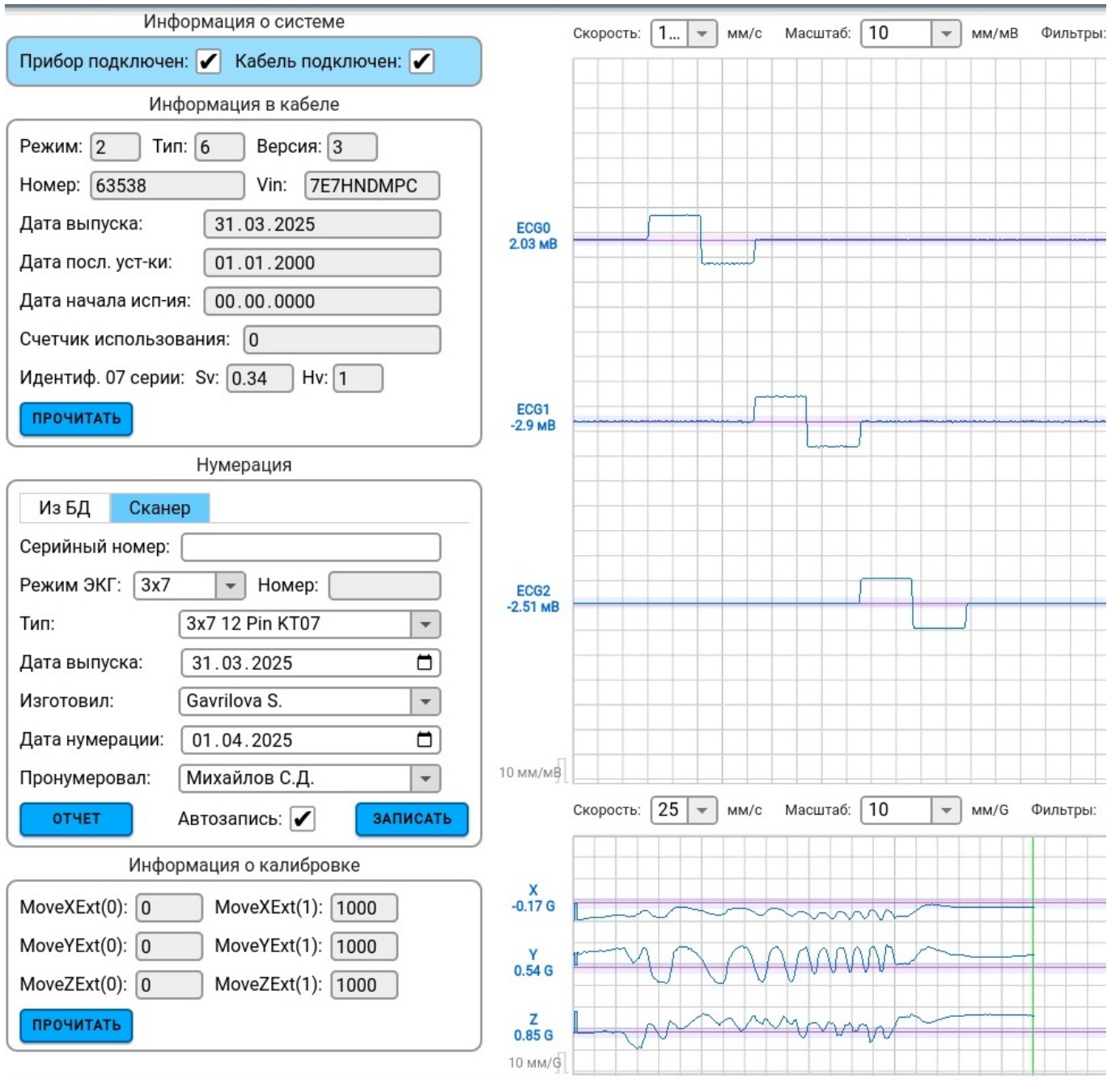


Рис.2 Вид интерфейса утилиты CableLab после программирования и успешной проверки работы КПО-03

7.1.6. Возможные ошибки:

7.1.6.1. При первичной загрузке отсутствует галочка в поле «Кабель подключен» и не читаются данные кабеля в полях «Тип», «Номер», и др. (см. рис.3). Необходимо отключить кабель и подключить его повторно. Если ошибка повторяется, работа программы считается некорректной, кабель подлежит отбраковке.

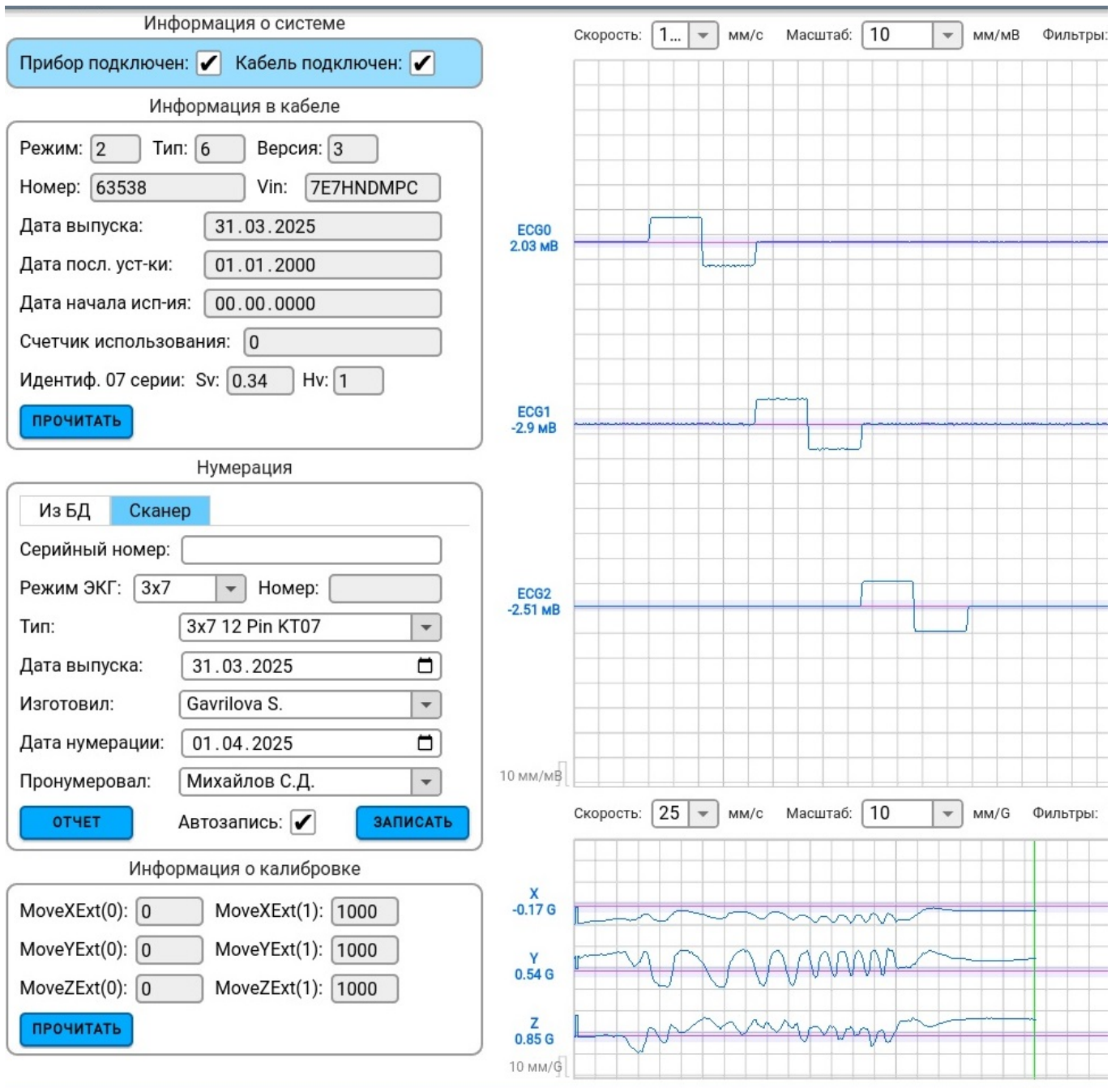


Рис. 3. Вид интерфейса утилиты CableLab – ошибка чтения параметров кабеля.

8. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

КПО-03 предоставляет системному программисту дополнительные возможности по проверке функциональности:

8.1. "Калибровка датчика движения/положения (запись калибровочных значений по умолчанию).

- 8.2. Возможность перезаписи данных в энергонезависимой памяти микроконтроллера (тип, номер кабеля и т.п.).
- 8.3. Возможность переустановки связи с КПО-03 без снятия с него питания.

9. СООБЩЕНИЯ СИСТЕМНОМУ ПРОГРАММИСТУ

- 9.1 Сообщения системному программисту, которые могут быть получены в рамках работы с КПО-03 утилиты STVP:

9.1.1 Сообщение, свидетельствующее об успешной загрузке КПО-03.

```

PROJECT:
no project

CONFIGURATION:
Hardware: ST-LINK
Programming mode: SWIM
Device name: STM8L101x3
Port: USB

PROGRAM MEMORY status:
[0x008000 - 0x009FFF]
File: acc_1_0_52.s19 Checksum: 0xBD5F3
Programmed
Memory checksum: 0xBD5F3

OPTION BYTE status:
No File
Programmed
Option byte 0: 00
Option byte 1: 00
Option byte 2: 00
Option byte 3: 00
Memory checksum: 0x0

00008000 82 00 9C FF 82 00 9E 10 82 00 9E
00008010 82 00 9E 10 82 00 9E 10 82 00 9E
00008020 82 00 9E 10 82 00 9E 10 82 00 9E
00008030 82 00 9E 10 82 00 9E 10 82 00 8C
00008040 82 00 9E 10 82 00 9E 10 82 00 9E
00008050 82 00 9E 10 82 00 9E 10 82 00 9E
00008060 82 00 8C 00 82 00 9E 10 82 00 9E
00008070 82 00 9E 10 82 00 9E 10 82 00 9E
00008080 C6 00 20 A0 02 26 03 CC 86 F4 4F
00008090 A0 02 26 03 CC 86 04 A0 02 26 03
000080A0 26 03 CC 84 2B 4A 26 03 CC 82 F7
000080B0 A8 A0 74 27 1E 4A 27 1C A0 03 2E
000080C0 02 26 03 CC 85 49 A0 02 26 03 CC
000080D0 CC 83 4A 81 35 00 01 53 35 01 0C
000080E0 9D 44 C6 01 4E A1 00 26 5A C6 01
000080F0 A0 9B 27 03 CC 82 EC 35 00 01 5C
00008100 01 50 B7 00 B6 00 AB 01 C7 01 5C
00008110 D6 00 A7 C7 01 52 C6 01 52 A4 01
00008120 54 A1 00 27 05 C6 01 4F 20 01 4E
00008130 52 44 C7 01 52 CC 82 EC 35 00 01
00008140 CC 82 EC C6 01 51 A0 08 26 03 CC
00008150 CC 82 7C 4A 26 03 CC 82 81 A0 03
00008160 A0 2D 26 03 CC 82 6A A0 19 26 03
00008170 26 03 CC 82 4A 4A 27 2A 4A 26 03
00008180 56 4A 27 18 A0 20 26 03 CC 82 0C
00008190 82 D8 A0 0F 27 03 CC 82 E5 CC 82
000081A0 82 EC 35 0B 00 20 35 03 01 50 AE
000081B0 CD 9D C8 35 00 01 55 72 C6 00 1C
000081C0 01 01 52 05 C6 01 4F 20 01 4F C7
000081D0 44 C7 01 52 CC 82 EC 35 0B 00 2C
000081E0 01 37 CF 00 1C CD 9D C8 35 00 01
000081F0 43 C7 01 52 72 01 01 52 05 C6 01
00008200 52 52 C6 01 52 44 C7 01 52 CC 82
00008210 CC 82 EC 35 0C 00 20 AE 49 25 CF
00008220 35 00 01 55 C6 01 55 5F 97 72 BE
PROGRAM MEMORY / OPTION BYTE

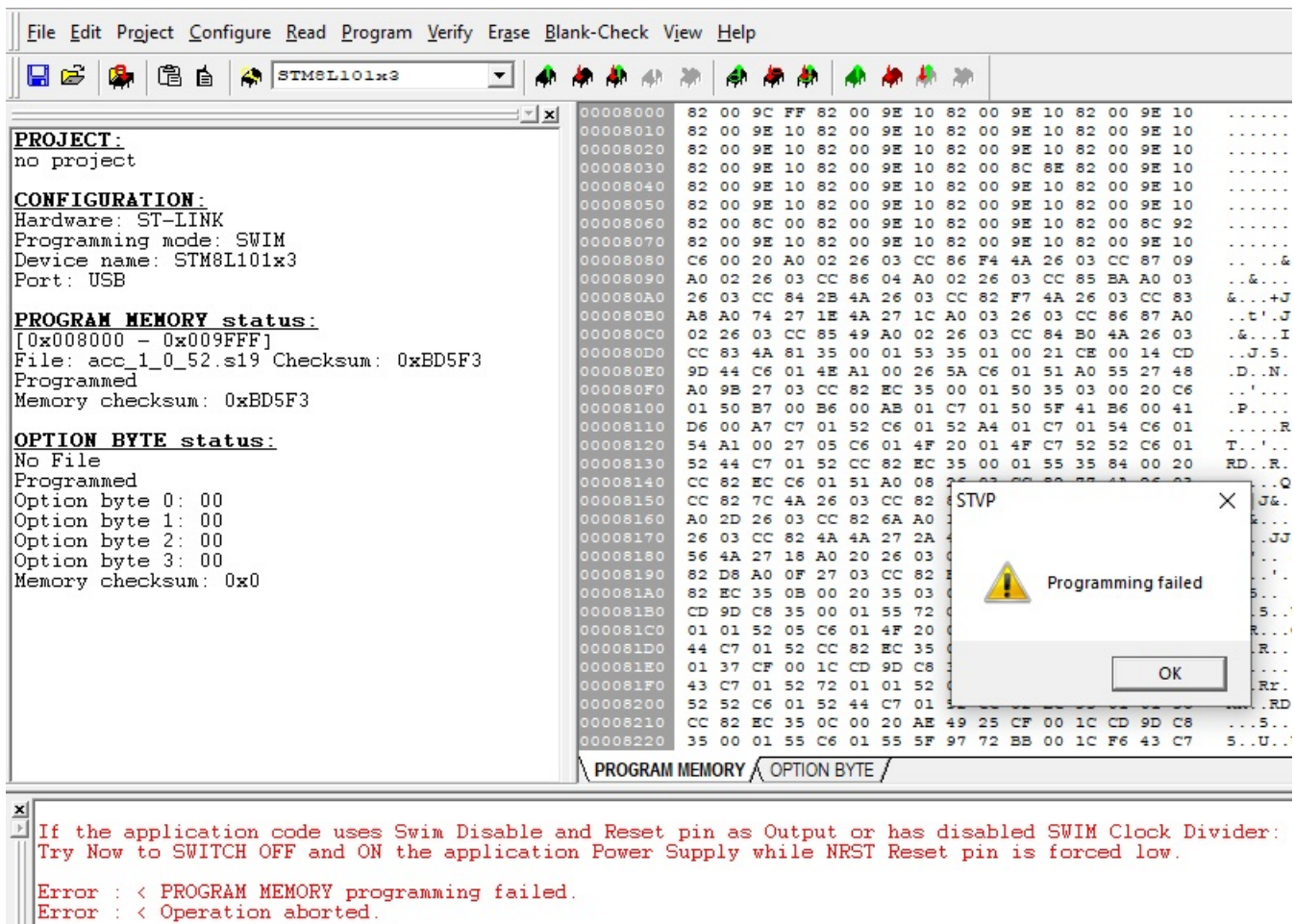
< File successfully loaded. File Checksum 0xBD5F3
> Programming PROGRAM MEMORY area...
Cut Version and Revision of device: 2.2
< PROGRAM MEMORY programming completed.
> Verifying PROGRAM MEMORY area...
Cut Version and Revision of device: 2.2
< PROGRAM MEMORY successfully verified.
> Programming OPTION BYTE area...
Cut Version and Revision of device: 2.2
< OPTION BYTE programming completed.
> Verifying OPTION BYTE area...
Cut Version and Revision of device: 2.2
< OPTION BYTE successfully verified.

```

9.1.2 Сообщение, предупреждающее о сбое в процессе загрузки КПО-03.

The screenshot shows a software application window with a menu bar (File, Edit, Project, Configure, Read, Program, Verify, Erase, Blank-Check, View, Help) and a toolbar. The main area is divided into several panes. On the left, there is a 'PROJECT:' pane showing 'no project'. Below it is a 'CONFIGURATION:' pane with details: Hardware: ST-LINK, Programming mode: SWIM, Device name: STM8L101x3, Port: USB. To the right of the configuration is a 'PROGRAM MEMORY status:' pane showing a memory dump with addresses from 00008000 to 00008220 and their corresponding hex values. Below that is an 'OPTION BYTE status:' pane showing 'No File' and 'Programmed' status for various option bytes. Overlaid on the right side of the main window is a dialog box titled 'STVP' with a yellow warning icon. The dialog contains the following text: 'Cannot communicate with the device! Check the SWIM cable connection and check all the needed pin connections on the SWIM connector.' Below this, it says: 'If the application code uses Swim Disable and Reset pin as Output or has disabled SWIM Clock Divider: Try Now to SWITCH OFF and ON the application Power Supply while NRST Reset pin is forced low.' An 'OK' button is located at the bottom right of the dialog box.

9.1.3 Сообщение, предупреждающее о неуспешности подключения программатора к микроконтроллеру.



ыСообщения системному программисту, которые могут быть получены в рамках взаимодействия утилиты CableLab с КПО-03, описаны разделе 7.

10. ПЕРЕЧЕНЬ 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

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.

