

УТВЕРЖДЕНО
643.КТЛБ.00015-01 32 01-1-ЛУ

Общество с ограниченной ответственностью «Кардиотехника»

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ХОЛТЕРОВСКОГО РЕГИСТРАТОРА
ВНУТРЕННЕЕ ПОХРВ-01**

Руководство системного программиста

643.КТЛБ.00015-01 32 01-1

Листов 28

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Индв.№ дубл.	Подп. и дата

АННОТАЦИЯ

Документ относится к программному обеспечению ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ХОЛТЕРОВСКОГО РЕГИСТРАТОРА ВНУТРЕННЕЕ ПОХРВ-01 643.КТЛБ.00015-01 издание 01.

В документе описывается программное обеспечение (ПО) ПОХРВ-01, предназначенное для выполнения основных функций холтеровского регистратора: непрерывного измерения и записи ЭКГ, РПГ, периодического измерения и записи АД, а также непрерывной регистрации и записи: пульсоксиметрии, храпа, дыхания, движения и положения, исполняемое в среде микроконтроллера семейства STM32 или аналогичного. Документ содержит указания системному программисту, обеспечивающие загрузку **ПОХРВ-01** в изделие (холтеровский регистратор), проверку ПО, эксплуатацию ПО, сообщения системному программисту.

Содержание

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ	5
3. НАСТРОЙКА ПРОГРАММЫ	11
4. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА.....	12
5. ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	15
6. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	18
7. ПРОВЕРКА ПРОГРАММЫ.....	23
8. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ.....	23
9. СООБЩЕНИЯ СИСТЕМНОМУ ПРОГРАММИСТУ.....	24
10. ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ	27
11. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.....	28

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Обозначение ПО - 643.КТЛБ.00015-01.

1.2. Наименование ПО - ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ХОЛТЕРОВСКОГО РЕГИСТРАТОРА ВНУТРЕННЕЕ ПОХРВ-01. Сокращённое наименование ПО - **ПОХРВ-01**.

1.3. Дополнительное программное обеспечение, необходимое для функционирования программы - не требуется.

1.4. Язык программирования, на котором написана программа – C, Assembler.

1.5. При компиляции **ПОХРВ-01** может быть реализовано в одной из следующих конфигураций, каждая конфигурация решает следующие задачи:

1.5.1. конфигурация ХМЭКГ-12:

1.5.1.1. непрерывное измерение и запись ЭКГ в 3х и 12-ти отведениях и РПГ;

1.5.1.2. непрерывная регистрация и запись движения и положения тела пациента;

1.5.2. конфигурация ХМЭКГ-АД:

1.5.2.1. непрерывное измерение и запись ЭКГ в 3х и 12-ти отведениях и РПГ;

1.5.2.2. периодическое измерение и запись АД;

1.5.2.3. непрерывная регистрация и запись движения и положения тела пациента;

1.5.3. конфигурация СМАД:

1.5.3.1. непрерывное измерение и запись ЭКГ в 1 отведении;

1.5.3.2. периодическое измерение и запись АД;

1.5.3.3. непрерывная регистрация и запись движения и положения тела пациента

1.5.4. конфигурация ХМЭКГ-12Р:

1.5.4.1. непрерывное измерение и запись ЭКГ в 3х и 12ти отведениях и РПГ;

1.5.4.2. непрерывная регистрация и запись пульсоксиметрии, храпа, дыхания, движения и положения тела пациента;

1.6. Функциональные ограничения на применение: ПОХРВ-01 совместимо только с микроконтроллерами семейства STM32 или иными, имеющими аналогичную архитектуру (АРМ32, GD32 и т.п.).

1.7. Технические и программные средства, обеспечивающие выполнение **ПОХРВ-01**:

1.7.1. **ПОХРВ-01** исполняется в среде микроконтроллера типа STM32 или аналогичного со следующими основными параметрами:

1.7.2. Разрядность системной шины – 32 бита.

1.7.3. Объём постоянной энергонезависимой памяти, не менее – 512 КБ.

1.7.4. Объём оперативной памяти, не менее – 64 КБ.

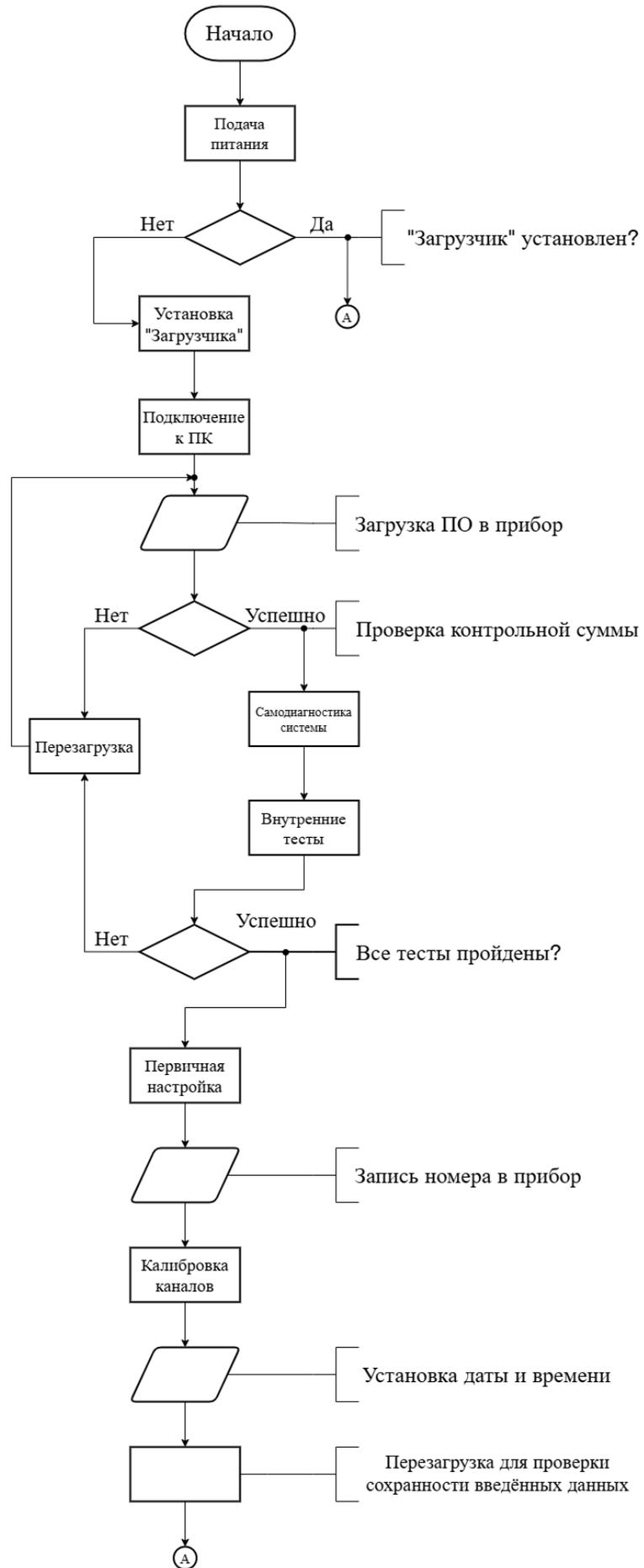
1.7.5. Тип постоянной энергонезависимой памяти – FLASH.

- 1.7.6. Напряжение питания – в диапазоне от 2.0В до 3.6В.
- 1.8. Утилита загрузки в микроконтроллер – Visual Studio Code версии 1.95.3 или выше.
- 1.9. Компилятор - gcc-arm-eabi-10.3-2021.10 или выше.
- 1.10. Система сборки – make 3.81 или выше.
- 1.11. Средство отладки и прошивки – JLinkGDBServerCL.
- 1.12. Программатор uLink2, J-Link или иной совместимый (используется только для записи в регистратор блока кода «Загрузчик»).

2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

2.1. Работа ПО основана на постоянном опросе внешнего источника данных (АЦП), промежуточном накоплении результатов измерения сигналов АЦП, обработке этих сигналов и их записи в хранилище данных. В случае с АД, измерение которого проводится периодически, ПО инициирует начало измерения с заданной периодичностью и фиксирует в хранилище данных ход измерения, а также полученный итоговый результат. При подключении к внешнему устройству (ПК) и соответствующему внешнему пользовательскому ПО ПОХРВ-01 обеспечивает связь с ПК, визуализацию на ПК получаемых из холтеровского регистратора сигналов, приём данных, уже записанных в память холтеровского регистратора, перевод регистратора в режим записи и вывод из него. Также ПОХРВ-01 обеспечивает работу графического интерфейса холтеровского регистратора и подачу звуковых сигналов.

2.2. Алгоритм работы программы представлен на рисунке 1. Логика работы ПОХРВ-01 представлена во взаимодействии с пользовательским ПО, которое посылает входные данные и команды и получает ответы. Состояния, описывающие действия с регистратором, в который загружено ПОХРВ-01, описаны для понимания логики и последовательности работы алгоритма.







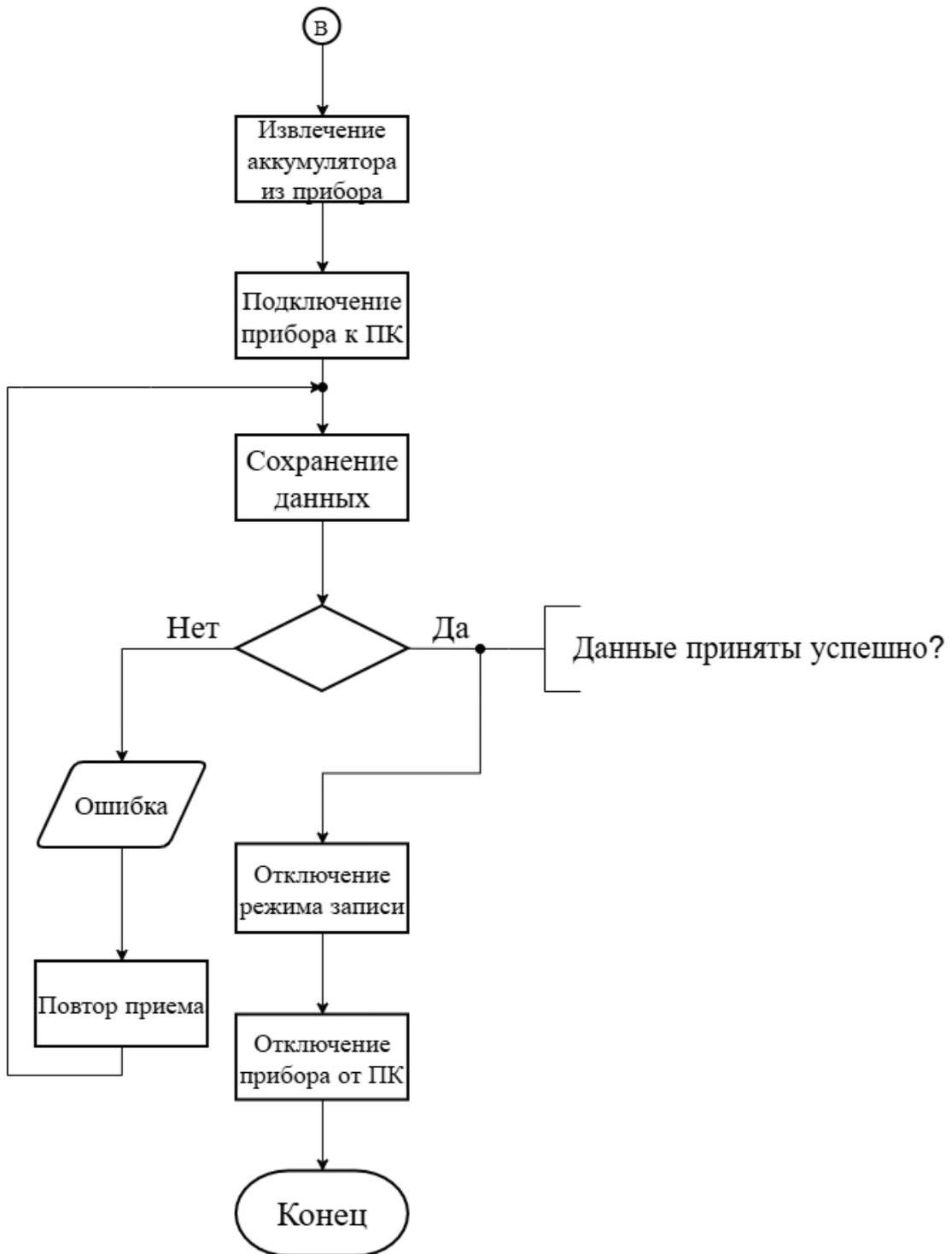


Рисунок 1. Алгоритм работы **ПОXPB-01**

2.3. Структура программы:

2.3.1. Главный исполняемый цикл (основной цикл) обеспечивает опрос очереди задач на наличие задач. В случае обнаружения неисполненной задачи она выполняется, если это не входит в противоречие с другими задачами и в соответствии с назначенными задачам приоритетами.

2.3.2. Основной цикл находится в файле Main.c. Также в этом файле содержатся инициализационные коды для всех периферийных устройств, использующихся

программой. При запуске программы производится однократная инициализация всех периферийных устройств, а затем инициализация очереди задач.

2.3.3. Блок кода под общим условным наименованием *Device* описывает функции и алгоритмы, которые имеют существенные различия при условной компиляции, такие как: количество и порядок работы с сигналами АЦП, параметры визуализации сигналов АЦП при подключении к ПК, специфическую обработку сигналов АЦП.

2.3.4. Блок кода под общим условным названием *Common* содержит универсальные функции и алгоритмы, использующиеся при любых опциях компиляции кода, а именно: алгоритм работы с часами реального времени, алгоритм приёма, выполнения и ответа на команды, получаемые со стороны ПК, алгоритм реакции на нажатие клавиш в кардиорегистраторе и т.д.

2.3.5. Блок кода под общим условным названием *View* содержит универсальные алгоритмы обработки изображения, которое будет впоследствии визуализировано на дисплее кардиорегистратора.

2.3.6. Блок кода под общим условным названием *Usb* содержит алгоритмы работы кардиорегистратора в качестве USB устройства и используется для связи с ПК.

2.3.7. Блок кода под общим условным названием *Iic* содержит алгоритмы работы с периферийными устройствами кардиорегистратора, подключёнными к микроконтроллеру типа STM32 по протоколу I2C, такими как: блок питания кардиорегистратора, контроллер тач-панели, микросхема постоянной памяти и т.д.

2.3.8. Блок кода под общим условным названием *Alg* содержит алгоритмы, участвующие в обработке результатов, поступающих при измерениях данных, такие как: алгоритм выделителя QRS, алгоритм регулировки измерения АД, алгоритм вычисления показателя SPO₂ и др.

2.3.9. Блок кода под общим условным названием *Rtos* содержит алгоритмы свободно распространяемой операционной системы для встраиваемых систем RTOS, которая используется для переключения между выполняемыми программой задачами.

2.3.10. Блок кода под общим условным названием *Task* содержит алгоритмы исполняемых операционной системой задач, а также описывает все действия, которые должны быть выполнены в рамках обработки этих задач.

2.3.11. Блок кода под общим условным названием *Bluetooth* содержит алгоритмы работы с периферийным Bluetooth устройством, через которое некоторые кардиорегистраторы могут осуществлять связь с ПК, частично дублируя функционал USB подключения.

2.3.12. Блок кода под общим условным названием *Pack* содержит алгоритмы паковки сигналов, записываемых в память кардиорегистратора.

2.3.13. Блок кода под общим условным названием *GUI* содержит алгоритмы визуализации данных на дисплее кардиорегистратора.

2.3.14. Блок кода под общим условным названием *Sd* содержит алгоритмы работы микроконтроллера типа STM32 с памятью кардиорегистратора.

2.3.15. Блок кода под общим условным названием *Clb* содержит алгоритмы, необходимые для калибровки сигналов, снимаемых с пациента кардиорегистратором.

2.3.16. Блок кода под общим названием загрузчик обеспечивает возможность смены или обновления ПО в конечном устройстве с использованием подключения по USB интерфейсу без необходимости обеспечения доступа непосредственно к микроконтроллеру путём подключения внутрисхемного отладчика.

2.4. Связи программы с другими программами – ПОХРВ-01 позволяет микроконтроллеру типа STM32 связываться с ПО на ПК через интерфейс USB, принимать команды от ПО на ПК. Также ПОХРВ-01 взаимодействует с ПОХРВ-02 путём обмена данными по I2C интерфейсу.

3. НАСТРОЙКА ПРОГРАММЫ

3.1. При компиляции ПОХРВ-01 может быть настроена на использование в одном из четырёх итоговых вариантов конфигурации и одного технического путём введения в компилятор gcc-arm-none-eabi версии 10.3-2021.10 или выше, встроенный в программу Visual Studio Code версии 1.95.3 или выше, следующих условных операторов:

3.1.1. ECG12 – для компиляции в конфигурацию **ХМЭКГ-12**.

3.1.2. ECG12R - для компиляции в конфигурацию **ХМЭКГ-12Р**.

3.1.3. AD - для компиляции в конфигурацию **ХМЭКГ-АД**.

3.1.4. AD_ECG - для компиляции в конфигурацию **СМАД**.

3.1.5. LDR – для компиляции области кода «Загрузчик».

3.2. Настройка компиляции производится путём ввода в командной строке программы Visual Studio Code и исполнения команды типа `make all TYPE=XX`, где **XX** – условный оператор (см. Рис. 1).

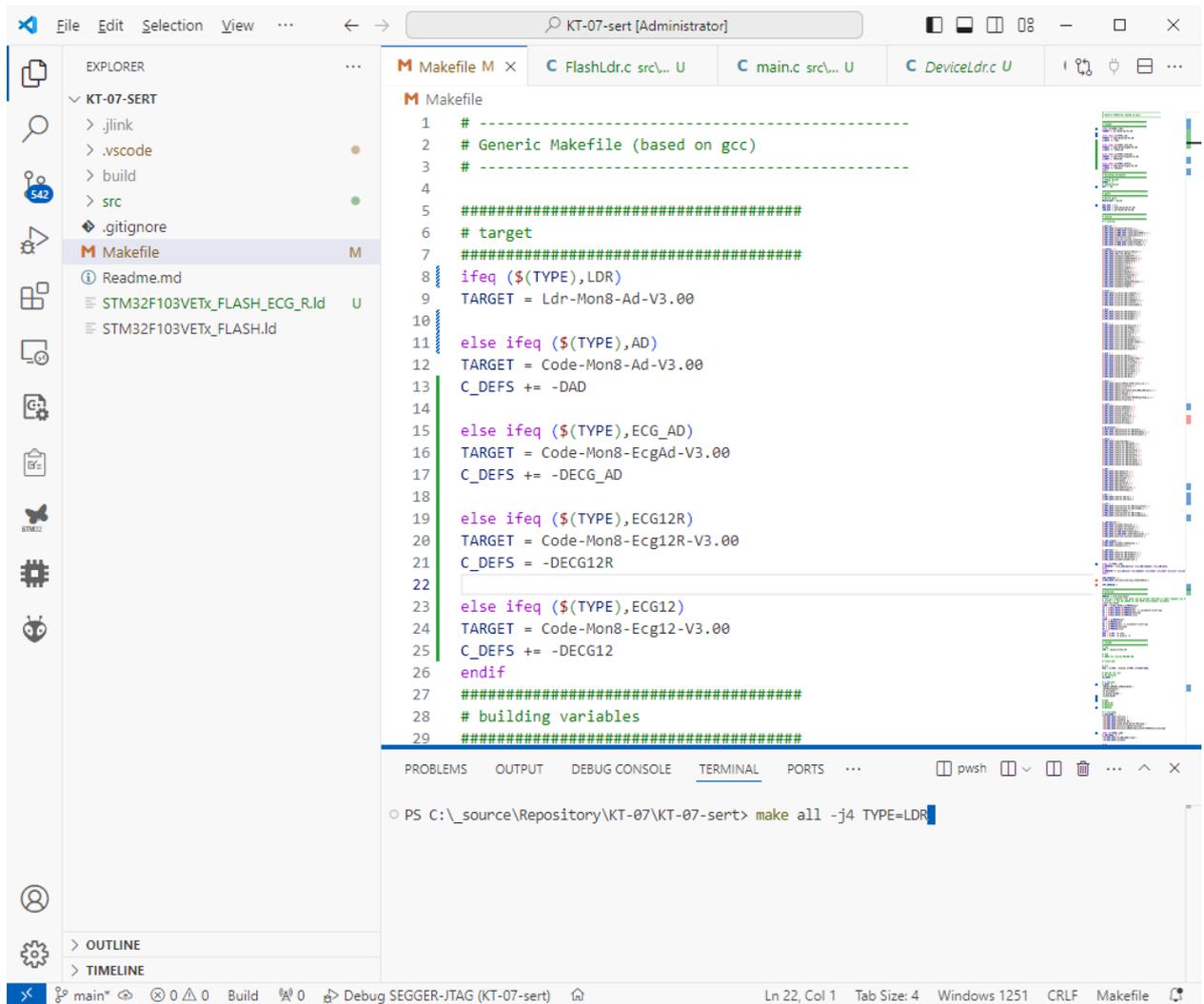


Рисунок 1. Общий вид программы Visual Studio Code. В командной строке внизу пример ввода команды на компиляцию.

3.3 Если необходимо произвести компиляцию нескольких вариантов исполнения кода последовательно, то перед каждой новой командой типа `make all TYPE=XX` необходимо ввести команду `make clean`.

3.4 Для компиляции всех текущих вариантов ПОХРВ-01 нужно в командной строке Visual Studio Code выполнить команду `make buildall`.

4. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА

4.1. ПОХРВ-01 поставляется Пользователю в виде готовых скомпилированных файлов для загрузки в изделие в формате *.hex, *.bin, *.elf или ином совместимом.

4.2. Описание процедуры загрузки ПОХРВ-01 в микроконтроллер:

4.2.1. Запустить программу Visual Studio Code, открыть проект, настроенный на запись блока кода «Загрузчик». Блок кода на этом этапе существует в виде .hex, .bin или .elf файла. Данный блок кода является неотъемлемой частью ПОХРВ-01, однако не используется для проведения обследования пациентов и записи биологических сигналов, играя только техническую роль, а именно обеспечивая возможность

потенциальной замены версии ПОХРВ-01 в холтеровских регистраторах клиента при работе с пользовательским ПО.

4.2.2. Подключить к холтеровскому регистратору программатор uLink2, J-Link или иной совместимый.

4.2.3. Загрузить блок кода «Загрузчик», дождаться окончания загрузки.

4.2.4. Загрузка остальных блоков кода ПОХРВ-01 в микроконтроллер осуществляется при подключении холтеровского регистратора к ПК через интерфейс USB и использовании разработанного пользователем ПО. При этом ПОХРВ-01 на данном этапе представляет собой .hex, .bin или .elf файл. Загрузка ПОХРВ-01 из пользовательского ПО будет невозможна, если в холтеровский регистратор предварительно не был загружен блок кода «Загрузчик».

4.3. Программный код ПОХРВ-01 начинает выполняться сразу же после окончания процедуры загрузки.

4.4. Код исполняется из Flash-памяти микроконтроллера с адреса 0x8005000h, используя его встроенную оперативную память для хранения и модификации переменных данных. Точкой входа в алгоритм является функция main блока кода «Загрузчик», которая в свою очередь передаёт управление в основной алгоритм ПОХРВ-01, если он был загружен в память микроконтроллера.

4.5. Для загрузки блока кода «Загрузчик» необходимо в левой панели программы Visual Studio Code выбрать пункт Run & Debug (см. Рис. 2). В панели в верхней части программы рядом с зелёной стрелкой появится список вариантов загрузки, необходимо выбрать соответствующий регистратору (см. Рис. 3). Например для загрузки в соответствующий регистратор ПОХРВ-01 в исполнении ХМЭКГ-АД нужно выбрать Debug SEGGER-JTAG_LDR_AD (если используется программатор J-Link). Для начала процесса загрузки нужно нажать зелёный треугольник или клавишу F5.

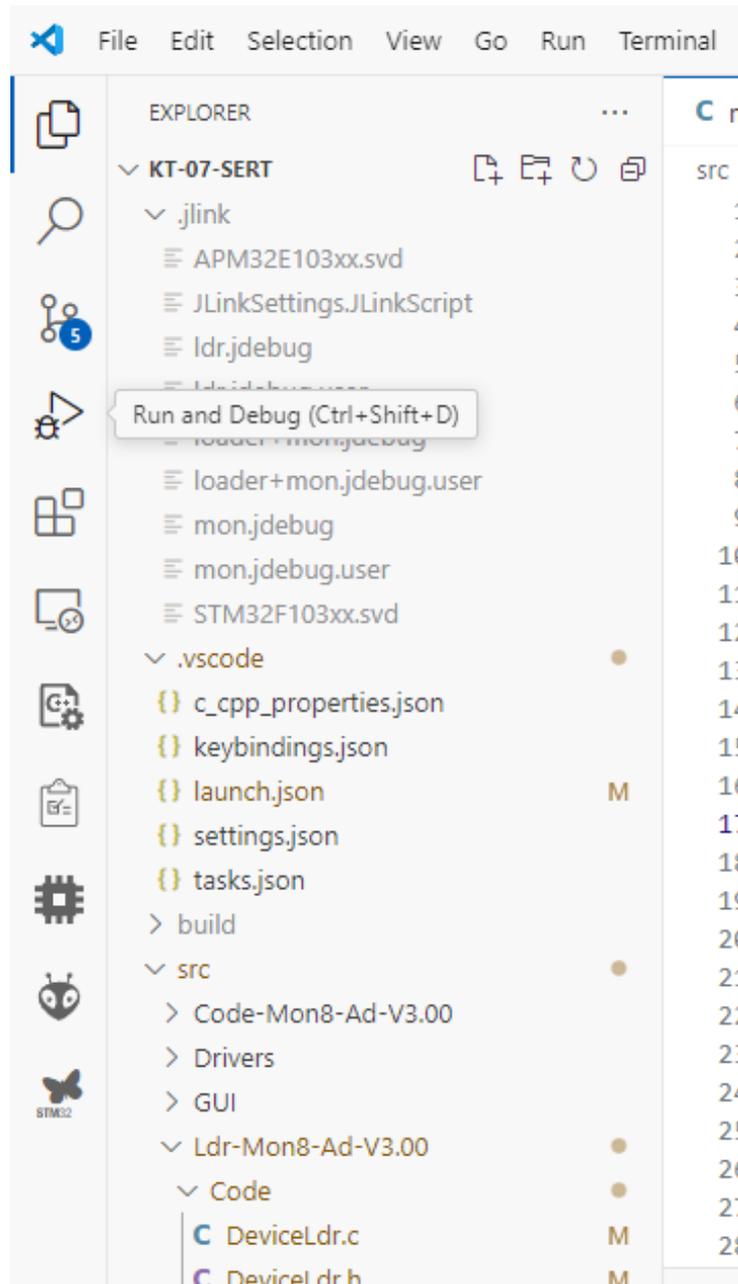


Рисунок 2. Вызов меню Run & Debug в Visual Studio Code.

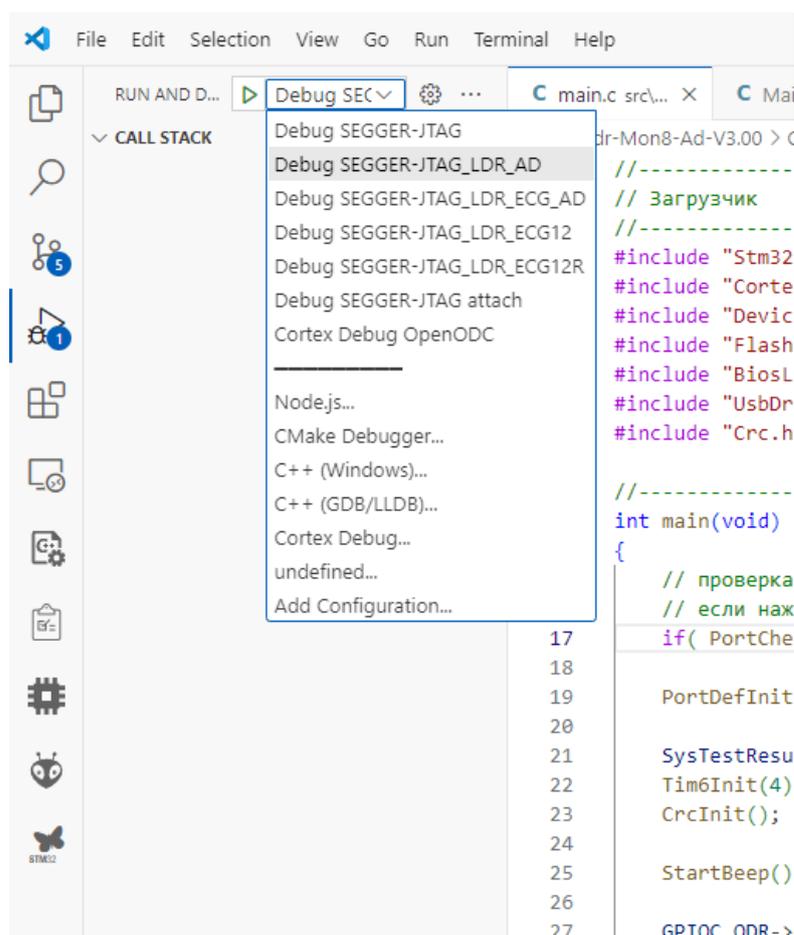


Рисунок 3. Вызов списка вариантов загрузки ПОХРВ-01.

4.6 В случае успешной загрузки курсор перейдет на функцию Main. В случае ошибки загрузки будет выдано диагностическое сообщение (см. раздел 9).

5. ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Входными данными для ПОХРВ-01 являются команды и передаваемые с ними данные, поступающие от ПК через интерфейс USB. Формат команд согласован с пользовательским ПО.

В общем виде формат входных данных представляет собой кадр, начинающийся с первого байта (0x7Eh). Второй и третий байты команды определяют количество данных, которые будут передаваться (в байтах). Четвертый байт команды содержит код команды, указанный в перечне ниже. Пятый байт команды содержит подкод команды, указанный в перечне ниже. В случае, если у команды нет подкода, то этот байт отсутствует. За байтом подкода (или байтом кода команды в случае отсутствия подкода) начинается поле байт данных, их количество регламентировано значением, передаваемым во втором и третьем байтах команды. За байтами данных следуют два байта, содержащие контрольную сумму всех байтов команды. После этих байтов следует байт, свидетельствующий об окончании команды (0xBDh).

В списке ниже перечислены коды и подкоды основных команд, использующиеся пользовательским ПО для управления ПОХРВ-01. В скобках указаны условные названия команд.

- 5.1. 0x01 (echo) – запрос на получение данных, посланных в самом запросе.
- 5.2. 0x02 (name) – запрос на получение названия регистратора, аппаратной версии и версии прошивки.
- 5.3. 0x07 (adc on/off) – включить/выключить АЦП.
- 5.4. 0x03 (dmp) – запрос на получение данных из различных областей памяти регистратора (постоянной в микроконтроллере, постоянной внешней памяти, энергонезависимой внешней памяти).
- 5.5. 0x04 (put) – запись данных в различные области памяти регистратора.
- 5.6. 0x18 (writeRTC) – записать в регистратор значение текущего времени.
- 5.7. 0x17 (readRTC) – прочитать из памяти регистратора значение текущего времени.
- 5.8. 0x0E (checkMode) – запрос на получение текущего режима регистратора.
- 5.9. 0x0D (recordMode) – перевести регистратор в режим записи.
- 5.10. 0x10 (ecgPackMode) – запрос на получение текущего типа подключённого к холтеровскому регистратору кабеля ЭКГ.
- 5.11. 0x12 (cmdReadWrAddr) – запрос на получение текущего указателя записи (адреса последнего записанного значения).
- 5.12. 0x09, подкод 0x01 (info) – запрос состояния регистратора.
- 5.13. 0x09, подкод 0x09 (info) – запрос значения потребляемого регистратором тока (если такая функция поддерживается в конкретной сборке кода).
- 5.14. 0x09, подкод 0x19 (info) – запрос версии графического интерфейса регистратора.
- 5.15. 0x09, подкод 0x20 (info) – запрос версии графического интерфейса регистратора, ответ должен содержать контрольную сумму.
- 5.16. 0x09, подкод 0x21 (info) – получить признак того, что данные в регистраторе были прочитаны.
- 5.17. 0x09, подкод 0x23 (info) – получить признак того, что пользователь устанавливал регистратор в режим записи самостоятельно.
- 5.18. 0x09, подкод 0x26 (info) – получить версию ревизии ПО регистратора.
- 5.19. 0x13 (readMaxAdress) – получить максимальный доступный для записи данных адрес в регистраторе.
- 5.20. 0x14 (readMinAdress) – получить минимальный доступный для записи данных адрес в регистраторе.
- 5.21. 0x11 (batteryVoltage) – запрос на получение значения напряжения питания регистратора.
- 5.22. 0x06 (reset) – команда на перезапуск ПО регистратора (ПОХРВ-01).
- 5.23. 0x05, подкод 0x00 (crc 0) – запрос на получение параметров контрольной суммы алгоритма регистратора.

- 5.24. 0x05, подкод 0x01 (crc 1) – запись в регистратор параметров контрольной суммы алгоритма.
- 5.25. 0x05, подкод 0x02 (crc 2) – команда на вычисление алгоритмом своей контрольной суммы.
- 5.26. 0x09, подкод 0x90 (infoAutoTest) – запрос на получение результатов стартового тестирования периферийных устройств, выполненного ПОХРВ-01 в регистраторе.
- 5.27. 0x07, подкод 0x04 (ADC 4) – команда включения/выключения отладочного режима АЦП холтеровского регистратора.
- 5.28. 0x09, подкод 0x95 (Info Start Settings) – команда на проведение регистратором внутренней первоначальной настройки.
- 5.29. 0x0A, подкод 0x30 (FLS) – команда на прекращение выдачи регистратором записанных данных.
- 5.30. 0x2B (PrsWrite) – записать в память регистратора таблицы параметров измерения АД.
- 5.31. 0x2A (PrsRead) – получить из памяти регистратора таблицы параметров измерения АД.
- 5.32. 0x25 (CmdPrsVlv) – команда на управление клапаном регистратора (открыть/закрыть).
- 5.33. 0x26 (CmdPrsPump) – команда на управление компрессором регистратора (включить/выключить).
- 5.34. 0x23 (CmdPrsCld) – запуск калибровки АД в регистраторе.
- 5.35. 0x24 (CmdPrsMsr) – запуск измерения АД в регистраторе.
- 5.36. 0x0C (CmdWriteMonNum) – записать в постоянную память регистратора номера прибора.
- 5.37. 0x35 (CmdReadMonNum) – получить из постоянной памяти регистратора номера прибора.
- 5.38. 0x2E (CmdPrsInfo0) - получить из регистратора количество секунд, через которое начнётся следующее измерение АД.
- 5.39. 0x2E, подкод 0x01 (CmdPrsInfo1) - получить из регистратора данные о последнем измерении АД.
- 5.40. 0x2E, подкод 0x10 (CmdPrsInfo) - измерить АД в специальном режиме. Передаётся 9 байт управления: первый байт – режим измерения (0x00 – с алгоритмом, 0x40 – без алгоритма (линейный спуск)); второй и третий байты – требуемый нижний порог измерения давления; четвёртый и пятый байты – требуемый верхний порог измерения давления; байты с 6 по 9 – требуемая скорость спуска манжеты при измерении.
- 5.41. 0x20, подкод 0x00 (CmdLog 0) – определить размера журнала ошибок в регистраторе, в байтах.
- 5.42. 0x20, подкод 0x01 (CmdLog 1) – считать 128 байт из журнала ошибок в регистраторе.
- 5.43. 0x20, подкод 0x02 (CmdLog 2) – стереть журнал ошибок в регистраторе.

- 5.44. 0x0A, подкод 0x05 (Fls) – стереть данные, записанные на карте памяти регистратора.
- 5.45. 0x0A, подкод 0x04 (Fls) – установить указатель записи в процентах на минимум.
- 5.46. 0x30, подкод 0x00 (GetPatientInfo) – получить версию информации о пациенте.
- 5.47. 0x30, подкод 0x01 (GetPatientInfo) – получить фамилию пациента.
- 5.48. 0x30, подкод 0x02 (GetPatientInfo) – получить имя пациента.
- 5.49. 0x30, подкод 0x03 (GetPatientInfo) – получить отчество пациента.
- 5.50. 0x30, подкод 0x04 (GetPatientInfo) – получить дату рождения пациента.
- 5.51. 0x30, подкод 0x06 (GetPatientInfo) – получить пол пациента.
- 5.52. 0x31, подкод 0x01 (PutPatientInfo) – записать фамилию пациента.
- 5.53. 0x31, подкод 0x02 (PutPatientInfo) – записать имя пациента.
- 5.54. 0x31, подкод 0x03 (PutPatientInfo) – записать отчество пациента.
- 5.55. 0x31, подкод 0x04 (PutPatientInfo) – записать дату рождения пациента.
- 5.56. 0x31, подкод 0x06 (PutPatientInfo) – записать пол пациента.
- 5.57. 0x09, подкод 0x05 (CmdInfo) – считать время начала записи.
- 5.58. 0x09, подкод 0x06 (CmdInfo) – обнулить время начала записи.
- 5.59. 0x09, подкод 0x05 (CmdInfo) – считать время начала записи.
- 5.60. 0x09, подкод 0x07 (CmdInfo) – считать время окончания записи.
- 5.61. 0x09, подкод 0x08 (CmdInfo) – записать метку события журнала пользователя. Один байт – код события; 4 байта – время в секундах от 2000 года.
- 5.62. 0x09, подкод 0x02 (CmdInfo) – получить флаги готовности прибора.
- 5.63. 0x33, подкод 0x00 (CmdBasisReadWrite) – прочитать текущий базис положения тела пациента.
- 5.64. 0x33, подкод 0x01 (CmdBasisReadWrite) – записать текущий базис положения тела пациента.
- 5.65. 0x33, подкод 0x02 (CmdBasisReadWrite) – стереть текущий базис положения тела пациента.
- 5.66. 0x33, подкод 0x03 (CmdBasisReadWrite) – запросить статус исполнения предыдущей команды работы с базисом положения тела пациента.
- 5.67. 0x34, подкод 0x00 (CmdOledGammaControl) – установить значение яркости дисплея.
- 5.68. 0x34, подкод 0x01 (CmdOledGammaControl) – записать текущее значение яркости дисплея.
- 5.69. 0x35, подкод 0x00 (CmdWriteReadServiceCounter) – записать значение счётчика сервисных обслуживаний.
- 5.70. 0x35, подкод 0x01 (CmdWriteReadServiceCounter) – прочитать значение счётчика сервисных обслуживаний.

6. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Выходные данные ПОХРВ-01 представляют собой ответы на входные команды пользовательского ПО с учётом применённых подкодов и переданных параметров.

В общем виде формат выходных данных представляет собой кадр, начинающийся с первого байта (0x7Eh). Второй и третий байты команды определяют количество данных, которые будут передаваться (в байтах). Четвёртый байт команды содержит код команды, указанный в перечне ниже. Пятый байт ответа представляет собой стандартный код (0x00 – команда была выполнена успешно; 0x01 – общая ошибка; 0x02 – определена неверная длина запроса во входной команде; 0x03 – во входной команде определён неверный параметр; 0x04 – во входной команде неправильно посчитана контрольная сумма, она не совпадает с суммой, посчитанной ПОХРВ-01; 0x05 – во входной команде обнаружен несуществующий код команды; 0x20 – во время ответа на команду произошла аппаратная ошибка). Далее начинается поле байт данных, их количество регламентировано значением, передаваемым во втором и третьем байтах команды. За байтами данных следуют два байта, содержащие контрольную сумму всех байтов команды. После этих байтов следует байт, свидетельствующий об окончании команды (0xBDh).

В списке ниже перечислены типовые ответы на команды, используемые пользовательским ПО для управления ПОХРВ-01. Количество байт, указанных для каждого ответа, означает, сколько байт содержится в поле данных. Помимо этих данных регистратор всегда формирует кадр ответа, описанный выше. Содержимое стандартных кодов ответа, которыми дополняется каждый ответ на входную команду, также описано выше. В скобках указаны условные названия команд.

- 6.1. 0x01h(echo) – ответ представляет собой сами данные, переданные во входной команде.
- 6.2. 0x02 (name) – имя регистратора, состоящее из 17 байт.
- 6.3. 0x07 (adc on/off) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.4. 0x03 (dmp) – ответ представляет собой запрошенные данные в том количестве байт, которое было указано во входной команде.
- 6.5. 0x04 (put) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.6. 0x18 (writeRTC) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.7. 0x17h (readRTC) – ответ состоит из 6 байт данных, содержащих значение текущего времени в регистраторе.
- 6.8. 0x0E (checkMode) – ответ 0x01 – регистратор в диалоговом режиме; 0x02 – в режиме записи.
- 6.9. 0x0D (recordMode) – ответ 0x00 – команда выполнена успешно; 0x01 – регистратор уже находится в режиме записи.
- 6.10. 0x10 (ecgPackMode) – ответ содержит код типа подключённого к холтеровского регистратору кабеля ЭКГ.

- 6.11. 0x12 (cmdReadWrAddr) – ответ содержит 8 байт текущего указателя записи (адреса последнего записанного значения).
- 6.12. 0x09, подкод 0x01 (info) – ответ состоит из 3 байт, первый байт: 0 – нет записи, 1 – есть запись; второй байт: 0 – нет удалённого запуска, 1 – есть удалённый запуск; третий байт: 0 – карта памяти не заполнена, 1 – карта памяти заполнена.
- 6.13. 0x09, подкод 0x09 (info) – 2 байта, содержащие текущее значение потребления, измеренное внутри регистратора.
- 6.14. 0x09, подкод 0x19 (info) – 4 байта, содержащие версию графического интерфейса регистратора.
- 6.15. 0x09, подкод 0x20 (info) – 8 байт, из них 4 байта содержат версию графического интерфейса регистратора, 4 байта ответа содержат контрольную сумму.
- 6.16. 0x09, подкод 0x21 (info) – 1 байт: 0 – данные не были считаны; 1 – данные были считаны.
- 6.17. 0x09h, подкод 0x23 (info) – 1 байт: 1 – последняя запись была начата с помощью команды в самом приборе; 0 – последняя запись была начата с помощью команды в ПО на ПК.
- 6.18. 0x09h, подкод 0x26 (info) – 2 байта, содержащие версию ПО регистратора.
- 6.19. 0x13h (readMaxAdress) – 8 байт, содержащие максимальный доступный для записи данных адрес в регистраторе (он же размер накопителя данных).
- 6.20. 0x14h (readMinAdress) – 8 байт, содержащие минимальный доступный для записи данных адрес в регистраторе.
- 6.21. 0x11 (batteryVoltage) – 2 байта, содержащие значение напряжения питания регистратора, в мВ.
- 6.22. 0x06 (reset) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.23. 0x05, подкод 0x00 (crc 0) – 12 байт: первые четыре байта - стартовый адрес ПОХРВ-01 в памяти регистратора; вторые четыре байта – конечный адрес ПОХРВ-01 в памяти регистратора; третьи четыре байта – значение контрольной суммы.
- 6.24. 0x05, подкод 0x01 (crc 1) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.25. 0x05, подкод 0x02 (crc 2) – 4 байта, содержащие значение контрольной суммы алгоритма, вычисленной ПОХРВ-01 в регистраторе.
- 6.26. 0x09, подкод 0x90 (infoAutoTest) – до 128 байт (размер ответа зависит от варианта компиляции ПОХРВ-01), разбитые на участки по 4 + 4 байта, где первые четыре описывают название стартового теста, а вторые четыре – код завершения данного теста.
- 6.27. 0x07, подкод 0x04 (ADC 4) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.28. 0x09, подкод 0x95 (Info Start Settings) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.29. 0x0A, подкод 0x30 (FLS) – стандартный код ответа без дополнительных данных.

- 6.30. 0x2B (PrsWrite) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.31. 0x2A (PrsRead) – до 128 байт (размер ответа зависит от варианта компиляции ПОХРВ-01).
- 6.32. 0x25 (CmdPrsVlv) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.33. 0x26 (CmdPrsPump) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.34. 0x23 (CmdPrsCld) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.35. 0x24 (CmdPrsMsr) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.36. 0x0C (CmdWriteMonNum) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.37. 0x35 (CmdReadMonNum) – 4 байта, содержащие номер регистратора.
- 6.38. 0x2E (CmdPrsInfo0) - 4 байта, содержащие количество секунд, через которое начнётся следующее измерение АД.
- 6.39. 0x2E, подкод 0x01 (CmdPrsInfo1) – 29 байт, содержащие данные о последнем измерении АД: первый байт содержит код ошибки измерения (0 – если ошибки нет); второй и третий байты – частоту сердечных сокращений; четвёртый и пятый байты – калибровочный коэффициент; байты с 6 по 9 – максимальную зафиксированную частоту пульсаций; байты с 10 по 13 – максимальный зафиксированный уровень тонов Короткова; байты с 14 по 17 – максимальную пульсацию на систолическом АД; байты с 18 по 21 – максимальную пульсацию на диастолическом давлении; байты с 22 по 25 – максимальный уровень тонов Короткова на систолическом давлении; байты с 26 по 29 – максимальный уровень тонов Короткова на диастолическом давлении.
- 6.40. 0x2E, подкод 0x10 (CmdPrsInfo) - стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.41. 0x20, подкод 0x00 (CmdLog 0) – 1 байт, размер в количестве записей.
- 6.42. 0x20, подкод 0x01 (CmdLog 1) – 128 байт из журнала ошибок в регистраторе.
- 6.43. 0x20, подкод 0x02 (CmdLog 2) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.44. 0x0A, подкод 0x05 (Fls) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.45. 0x0A, подкод 0x04 (Fls) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.46. 0x30, подкод 0x00 (GetPatientInfo) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.47. 0x30, подкод 0x01 (GetPatientInfo) – ответ содержит фамилию пациента в том количестве байт, которое указано во втором байте ответа.
- 6.48. 0x30, подкод 0x02 (GetPatientInfo) – ответ содержит имя пациента в том количестве байт, которое указано во втором байте ответа.
- 6.49. 0x30, подкод 0x03 (GetPatientInfo) – ответ содержит отчество пациента в том количестве байт, которое указано во втором байте ответа.
- 6.50. 0x30, подкод 0x04 (GetPatientInfo) – ответ содержит дату рождения пациента в HEX формате, состоит из 4 байт.

- 6.51. 0x30, подкод 0x06 (GetPatientInfo) – ответ содержит пол пациента в формате 2 байт.
- 6.52. 0x31, подкод 0x01 (PutPatientInfo) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.53. 0x31, подкод 0x02 (PutPatientInfo) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.54. 0x31, подкод 0x03 (PutPatientInfo) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.55. 0x31, подкод 0x04 (PutPatientInfo) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.56. 0x31, подкод 0x06 (PutPatientInfo) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.57. 0x09, подкод 0x05 (CmdInfo) – ответ содержит 6 байт: первый – секунду; второй – минуту; третий – час; четвёртый – день; пятый – месяц; шестой – год начала записи в регистраторе.
- 6.58. 0x09, подкод 0x06 (CmdInfo) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.59. 0x09, подкод 0x07 (CmdInfo) – ответ содержит 6 байт: первый – секунду; второй – минуту; третий – час; четвёртый – день; пятый – месяц; шестой – год окончания записи в регистраторе.
- 6.60. 0x09, подкод 0x08 (CmdInfo) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.61. 0x09, подкод 0x02 (CmdInfo) – ответ в 1 байт: 0 – прибор не готов к работе; 1 – прибор готов к работе.
- 6.62. 0x33, подкод 0x00 (CmdBasisReadWrite) – ответ в 18 байт, содержит текущий базис положения тела.
- 6.63. 0x33, подкод 0x01 (CmdBasisReadWrite) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.64. 0x33, подкод 0x02 (CmdBasisReadWrite) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.65. 0x33, подкод 0x03 (CmdBasisReadWrite) – ответ в 1 байт: 1 – операция чтения базиса ещё продолжается; 2 – операция записи базиса ещё продолжается; 3 – операция стирания базиса ещё продолжается; 0 – предыдущая операция закончена без ошибок.
- 6.66. 0x34, подкод 0x00 (CmdOledGammaControl) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.67. 0x34, подкод 0x01 (CmdOledGammaControl) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.68. 0x35, подкод 0x00 (CmdWriteReadServiceCounter) – стандартный код ответа без дополнительных данных.
- 6.69. 0x35, подкод 0x01 (CmdWriteReadServiceCounter) – один байт, содержит значение счётчика сервисных обслуживаний.

7. ПРОВЕРКА ПРОГРАММЫ

Для ПОХРВ-01 существует ряд проверок на функциональность:

7.1 Для блока кода «Загрузчик» проверка производится автоматически во время загрузки в регистратор. Сообщение об успешной загрузке свидетельствует о том, что код проверен аппаратными средствами программатора. Пример сообщения об успешной загрузке приведён в разделе 9.

7.1.1 Дополнительная проверка блока кода «Загрузчик» проводится автоматически в пользовательском ПО после подключения регистратора по протоколу USB. Пользовательское ПО должно отобразить версию регистратора и предложить загрузить в него ПОХРВ-01 (см. Рис. 2)

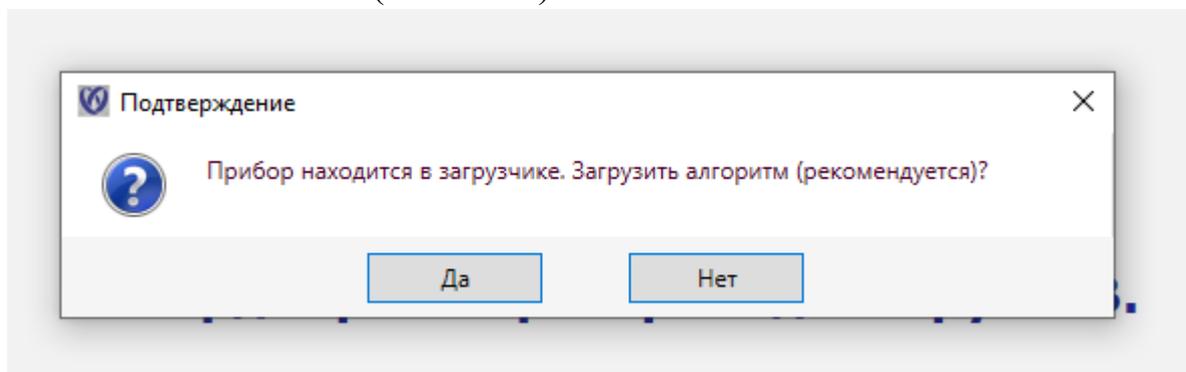


Рисунок 2. Пользовательское ПО определило наличие в регистраторе блока кода «Загрузчик» и предлагает загрузить основной алгоритм ПОХРВ-01.

7.2 Проверка ПОХРВ-01 после загрузки в регистратор осуществляется средствами блока кода «Загрузчик» путём контроля наличия в определённой области памяти контрольной суммы алгоритма, которая записывается совместно с ПОХРВ-01. В случае определения ошибки контрольной суммы исполнение ПОХРВ-01 в регистраторе не начнётся, прибор останется в области кода «Загрузчик».

8. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

ПОХРВ-01 предоставляет системному программисту дополнительные возможности (при использовании внешнего ПО пользователя):

8.1. Считывание данных дневника пациента, заполняемого конечным пользователем (пациентом) в электронном виде (путём ввода с дисплея) во время прохождения обследования на регистраторе.

8.2. Считывание журнала ошибок (заполняется автоматически в процессе работы регистратора), хранящемся в постоянной памяти регистратора.

8.3. Изменение параметров записи и обработки сигналов, снимаемых регистратором с конечного пользователя (пациента), таких как частота

дискретизации АЦП, изменение параметров измерения АД (периоды измерения, наличие повторов и т.д.) и т.п.

8.4. Перевод регистратора в режим генерации тестового сигнала для проверки функциональности.

8.5. Проверка функционирования системы измерения АД без непосредственного проведения измерения.

8.6. Коррекция номера, даты и времени в регистраторе в случае наступления сбоя.

8.7. Проверка счётчика сервисных обслуживаний.

9. СООБЩЕНИЯ СИСТЕМНОМУ ПРОГРАММИСТУ

9.1 Сообщения системному программисту, которые могут быть получены в рамках работы с ПОХРВ-01 программы Visual Studio Code:

9.1.1 В случае ошибки компиляции кода в окно терминала будет выдано сообщение типа:

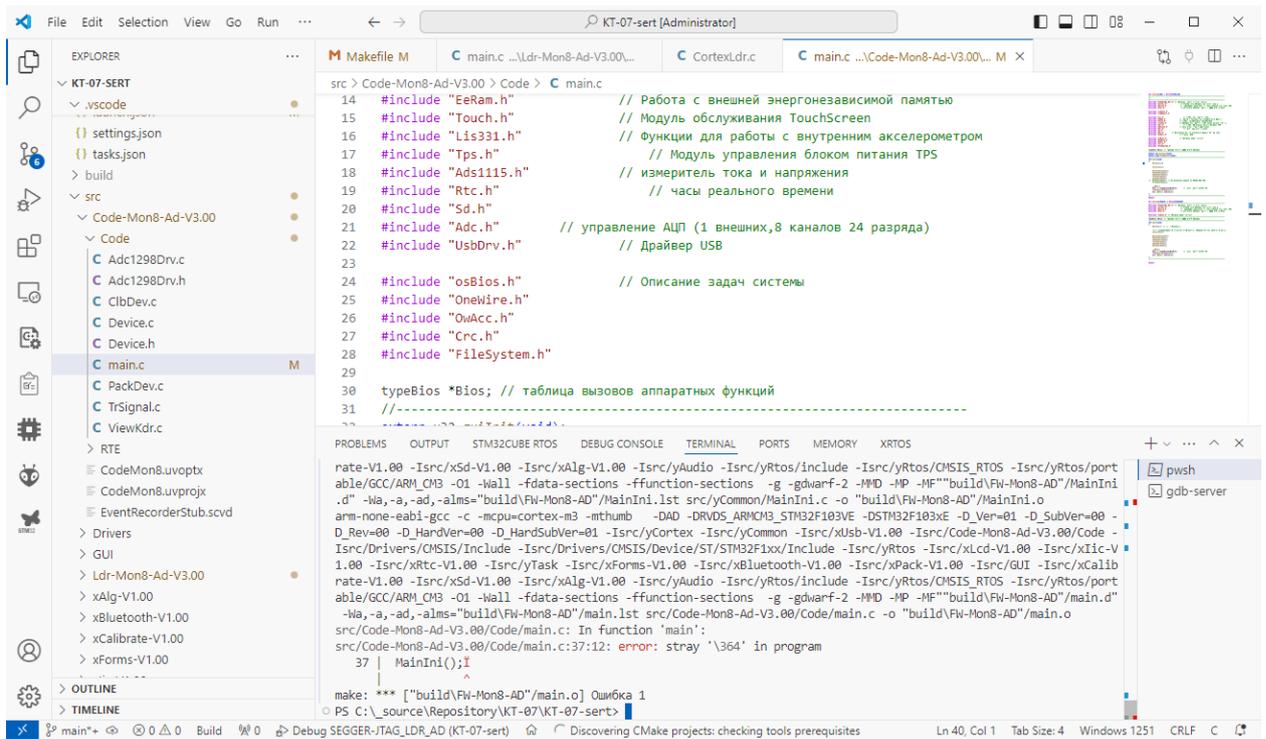


Рисунок 3. Сообщение об ошибке, произошедшей во время компиляции ПОХРВ-01 9.1.2 В случае успешной загрузки ПОХРВ-01 (блока кода «Загрузчик») в регистратор в программе Visual Studio Code будет показано следующее сообщение:

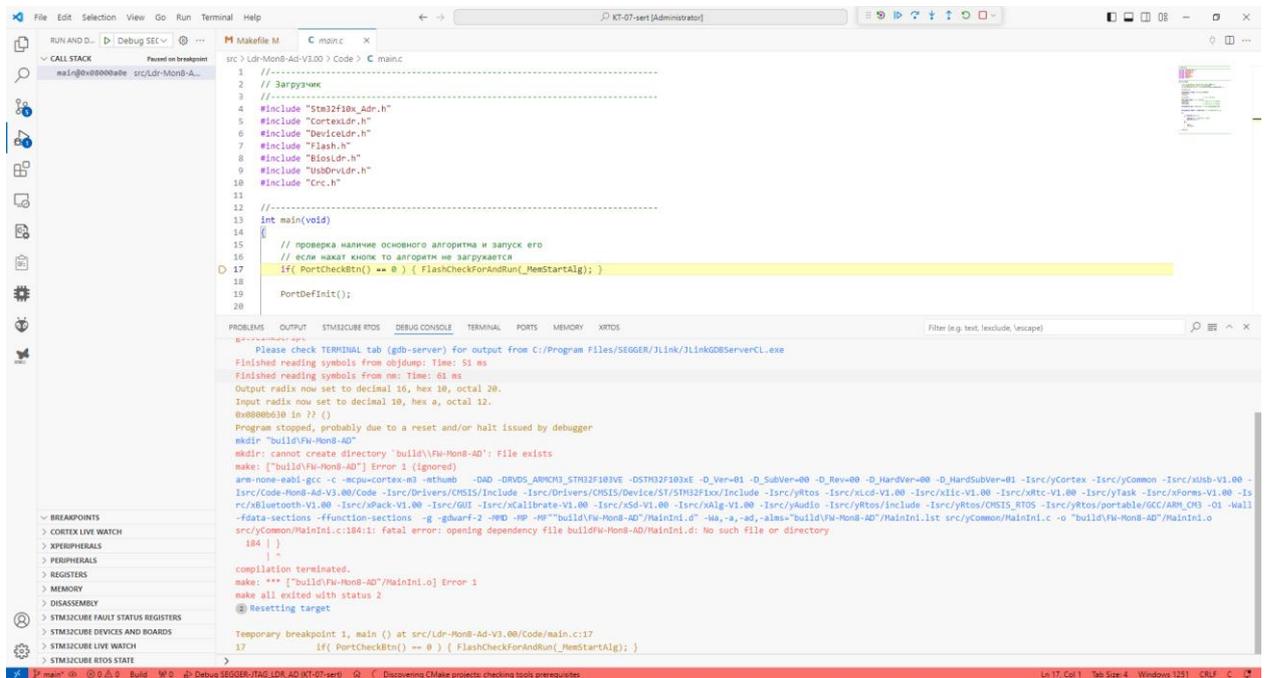


Рисунок 4. Курсор установлен на функции Main, что является свидетельством успешной загрузки ПОХРВ-01.

9.1.3 Дополнительное сообщение в отладочном терминале, появляющееся в случае успешной загрузки кода:

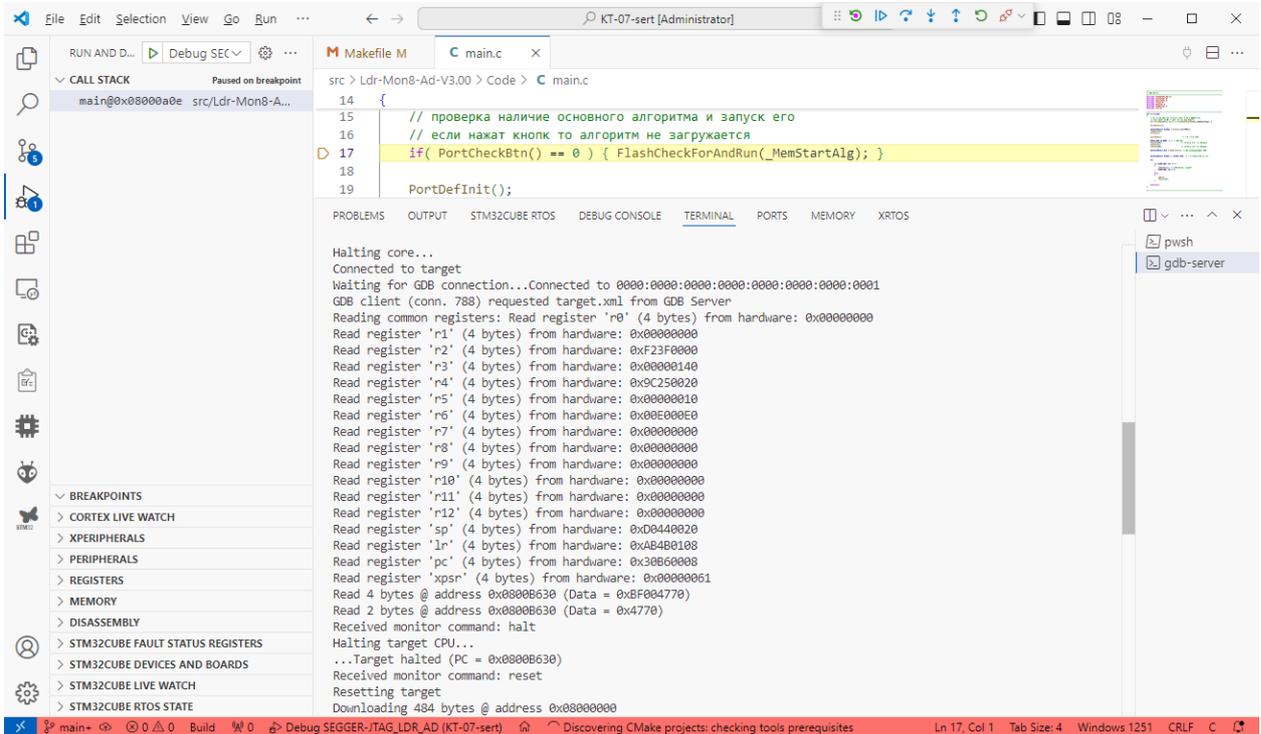


Рисунок 5. В отладочном терминале указывается подтверждение успешной загрузке ПОХРВ-01 и проверке содержимого памяти микроконтроллера.

9.1.4 В случае возникновения ошибки при загрузке ПОХРВ-01 программа Visual Studio Code выводит окно предупреждения:

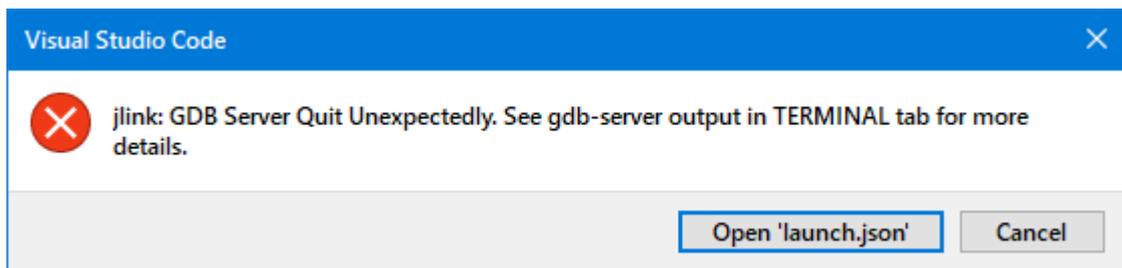


Рисунок 6. Уведомление об ошибке во время загрузки ПОХРВ-01.

9.1.5 В терминале отладки есть возможность посмотреть информацию о характере сбоя:

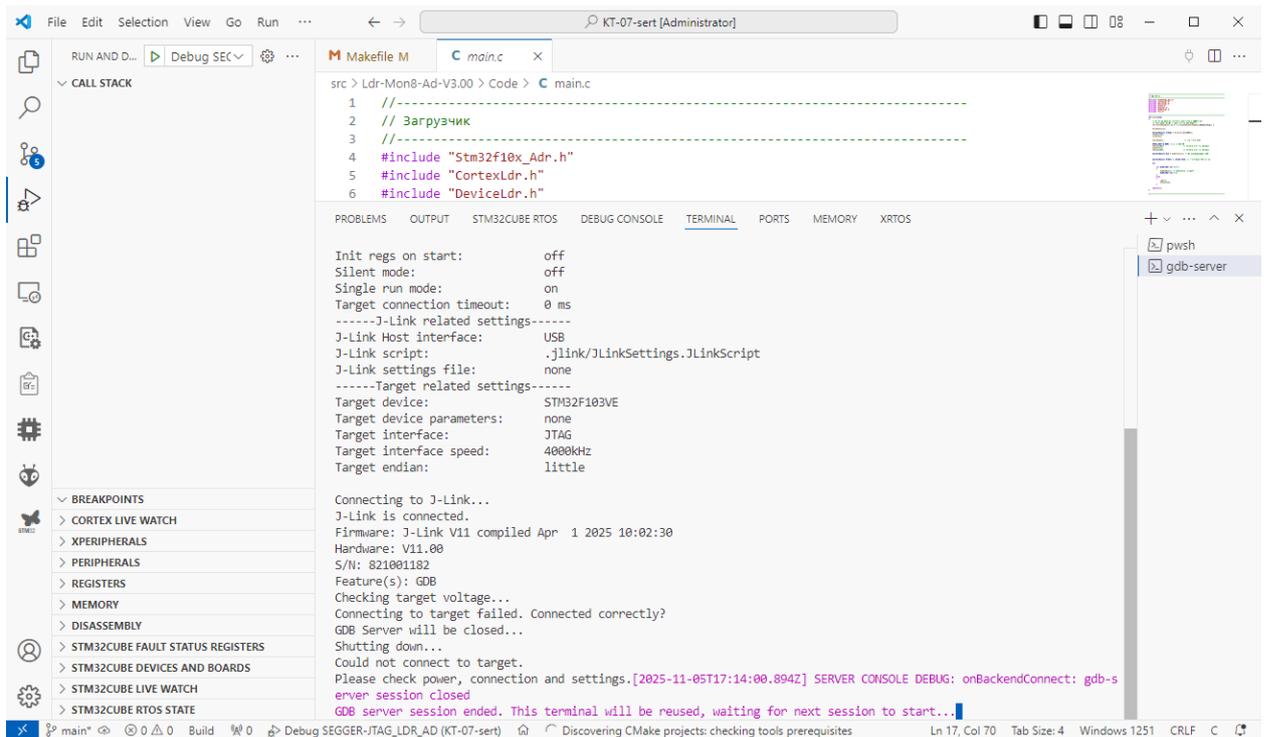


Рисунок 7. В отладочном терминале программы Visual Studio Code показана ошибка, приведшая к невозможности загрузки ПОХРВ-01.

10. ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

РПГ - реопневмограмма

ПОХРВ-01 – ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ХОЛТЕРОВСКОГО РЕГИСТРАТОРА ВНУТРЕННЕЕ ПОХРВ-01 643.КТЛБ.00015-01

ПО – программное обеспечение

Пользователь ПО – представитель организации, применяющей **ПОХРВ-01** в изделии (холтеровский регистратор).

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.

