

Приложение А

Оглавление

Описание отладочного комплекта	2
Электрическая схема отладочной платы КФЦС.441461.196	4
Электрическая схема отладочной платы КФЦС.441461.411	10
Keil IDE	15
Установка и настройка	15
Отладка.....	17
Eclipse	26
Установка и настройка	26
Отладка.....	34
Подготовка к работе с отладочным комплектом	36
Идентификация микросхемы	38
Программирование конфигурационной памяти	40
Программирование микросхемы в режиме отладки (режим «SOFT»).....	42
Программирование микросхемы в режим финальной конфигурации (режим «HARD»).....	43
Настройка напряжения питания универсальных портов ввода-вывода.....	45
Настройка напряжения опорного уровня АЦП, ЦАП	46
Настройка тактирования микросхемы	47
Информация об отладочном комплекте	48
Обновление программного обеспечения DCSProg	48
Лист регистрации изменений.....	49

Описание отладочного комплекта

Для демонстрации функциональных возможностей, настройки и программирования микросхемы 5400TP105-003 разработан отладочный комплект КФЦС.441461.197.

Состав отладочного комплекта КФЦС.441461.197:

- Отладочная плата КФЦС.441461.196 или отладочная плата КФЦС.441461.411;
- USB-кабель для подключения отладочной платы к ПК;
- Блок питания (только для отладочной платы КФЦС.441461.196);
- Флэш накопитель;

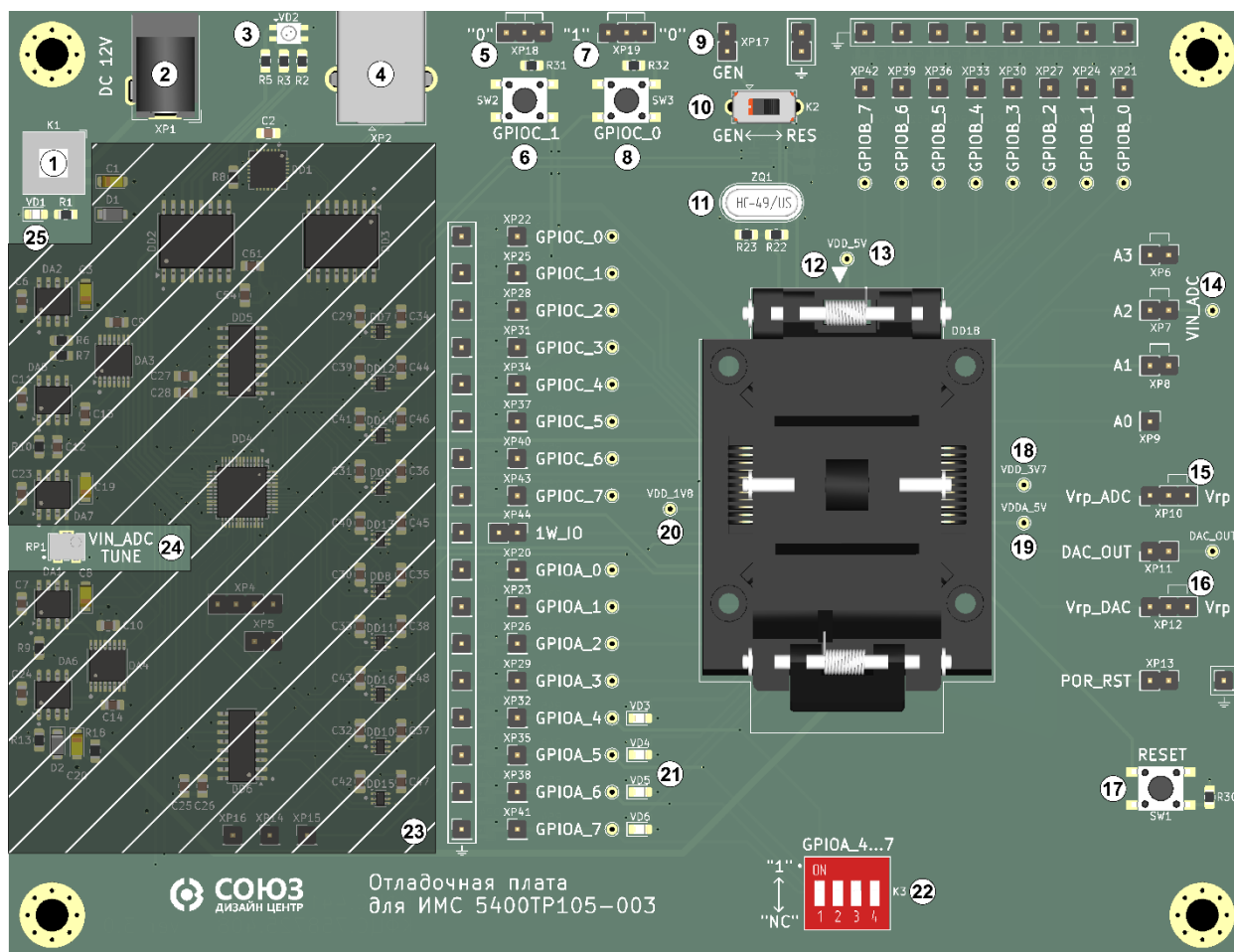


Рисунок 1. Отладочная плата КФЦС.441461.196

- 1 – кнопка включения питания отладочной платы;
- 2 – разъем подключения блока питания;
- 3 – индикация подключения платы к ПК;
- 4 – разъем для подключения платы к ПК (USB Type-B);
- 5-6 – кнопка SW2 (6) для установки лог. «0» или лог. «1» на выводе GPIOC_1 в зависимости от установленного джампера (5);
- 7-8 – кнопка SW3 (8) для установки лог. «0» или лог. «1» на выводе GPIOC_0 в зависимости от установленного джампера (7);

9 – выводы для подачи внешней тактовой частоты;

10 – движковый переключатель K2 для выбора способа тактирования:

в положении «GEN» тактирование микросхемы осуществляется от внешнего генератора, в положении «RES» – от кварцевого резонатора (11);

11 – кварцевый резонатор;

12 – первый вывод микросхемы;

13 – контрольная точка для проверки положительного напряжения питания (необходимо наличие микросхемы, номинальное напряжение 5,0 В);

14 – джамперы для подачи напряжения на каналы 1-3 мультиплексора, напряжение настраивается потенциометром (24);

15 – джампер для подачи опорного напряжения АЦП;

16 – джампер для подачи опорного напряжения ЦАП;

17 – кнопка RESET для сброса программы;

18 – контрольная точка для проверки напряжения питания RC-генератора (необходимо наличие микросхемы, номинальное напряжение 3,7 В);

19 – контрольная точка для проверки аналогового положительного напряжения питания (необходимо наличие микросхемы, номинальное напряжение 5,0 В);

20 – контрольная точка для проверки напряжения питания ядра микросхемы (необходимо наличие микросхемы, номинальное напряжение 1,8 В);

21 – светодиоды VD3-VD6 для контроля логического уровня на выводах GPIOA_4 – GPIOA_7 соответственно;

22 – DIP-переключатель: каждый переключатель в положении «1» устанавливает лог. «1» на выводах GPIOA_4 – GPIOA_7 соответственно, в положении «NC» выводы не подключены;

23 – область внутреннего программатора (взаимодействовать с этой областью запрещено);

24 – потенциометр для настройки напряжения для последующей подачи на входы мультиплексора АЦП (14);

25 – индикатор питания отладочной платы.

Электрическая схема отладочной платы КФЦС.441461.196

Таблица 1. Перечень элементов отладочной платы (Рисунок 2, Рисунок 3)

Обозначение элемента	Название/Тип	Номинал
C1, C3, C8, C19, C20	Конденсатор танталовый SMD A, 16 В, 10%	10 мкФ
C2, C4, C9, C10, C13, C14, C16...C18, C26, C28...C50, C52...C54, C57, C59, C62, C66, C67	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	0,1 мкФ
C5, C15	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	4,7 мкФ
C6, C7, C11, C12, C21, C23...C25, C27, C51, C55, C61, C63	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	1 мкФ
C22, C58	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	10 нФ
C56	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	150 пФ
C60	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	20 нФ
C64, C65	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	64 пФ
D1	Диод SMF12A	–
D2	Диод SMF9.0A	–
D3...D26	Диод BAT54S	–
DA1, DA2, DA5...DA7	Микросхема MIC39102YM	–
DA3, DA4	Микросхема AD5262	–
DA8	Микросхема STG3157CTR	–
DD1	Микросхема CP2102N	–
DD2, DD3	Микросхема ADUM1401ARWZ	–
DD4	Микросхема STM32F302CBT	–
DD5, DD6	Микросхема 74HC595D	–
DD7...DD16	Микросхема SN74LVC1T45DCK	–
DD17	Микросхема 24AA02-OT	–
DD18	Контактирующее устройство УК48-4Б	–
K1	Кнопка KLS7-P8.5x8.5-1	–
K2	Переключатель KLS7-SS03-12D02	–
K3	Переключатель DS1040-04RN	–
R1, R6, R23	Резистор 0805, 5%	2 кОм
R2, R3,	Резистор 0805, 5%	330 Ом
R4, R11, R20, R21, R24	Резистор 0805, 5%	4,7 кОм
R5, R26...R29	Резистор 0805, 5%	510 Ом
R7	Резистор 0805, 5%	1,2 кОм
R8...R10, R12...R17, R25	Резистор 0805, 5%	10 кОм
R18	Резистор 0805, 5%	1 кОм

R19, R33...R56	Резистор 0805, 5%	100 Ом
R22	Резистор 0805, 5%	100 МОм
R30...R32	Резистор 0805, 5%	1 кОм
RP1	Подстроечный резистор	10 кОм
SW1...SW3	Кнопка KLS7-TS6604	–
VD1, VD3...VD6	Светодиод FYLS-0805	–
VD2	Светодиод TO-3228BC-MRPBGHF	–
XP1	Гнездо питания DS-261A	–
XP2	Разъем USB тип В розетка	–
XP4...XP44	Вилка штыревая 2.54мм	–
ZQ1	Кварцевый резонатор HC-49SM	4 МГц

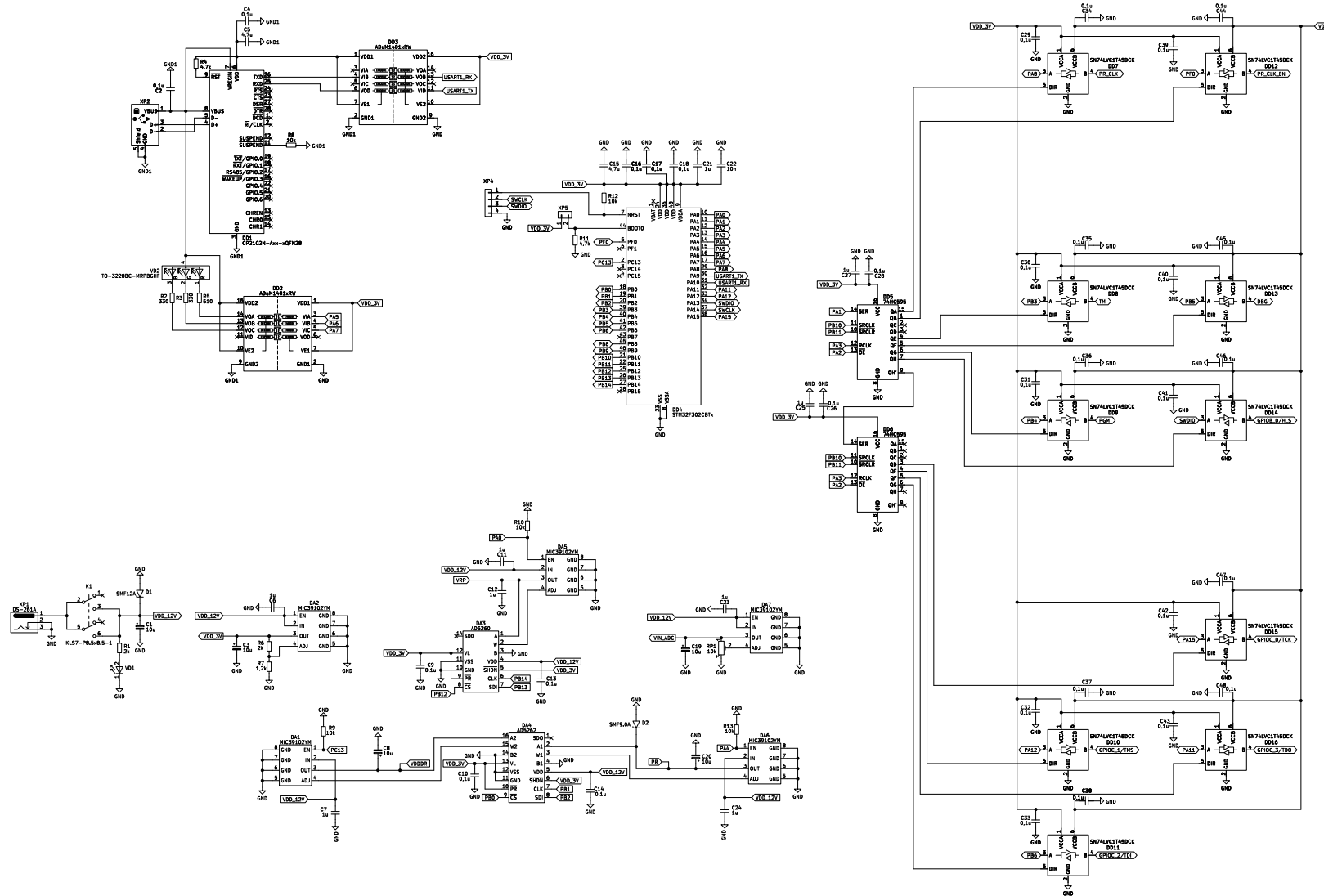
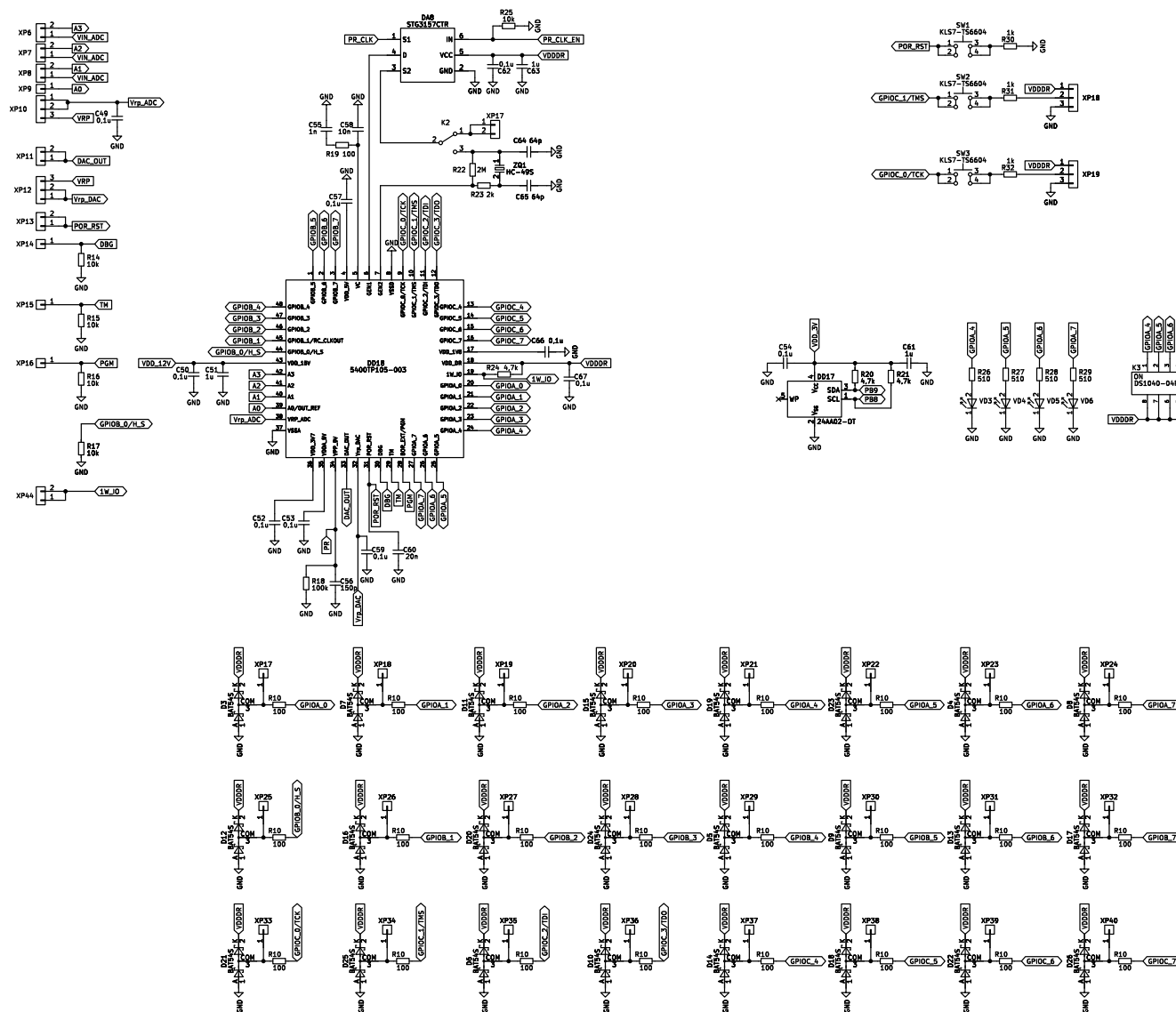


Рисунок 2. Электрическая схема отладочной платы КФЦС.441461.196



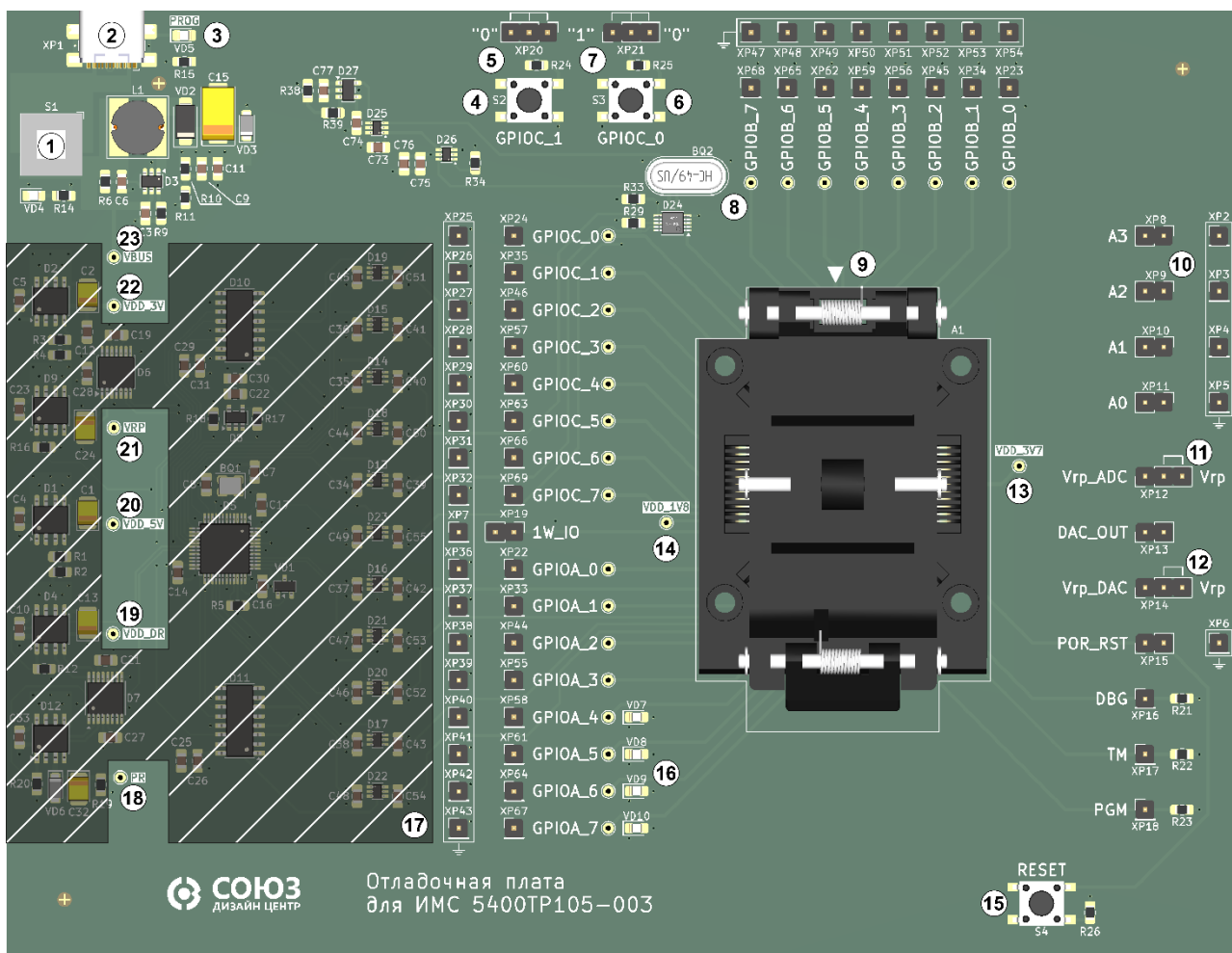


Рисунок 4. Отладочная плата КФЦС.441461.411

- 1** – кнопка включения питания отладочной платы;
- 2** – разъем для подключения платы к ПК (USB Type-C);
- 3** – индикация программирования платы;
- 4-5** – кнопка S2 (4) для установки лог. «0» или лог. «1» на выводе GPIOC_1 в зависимости от установленного джампера (5);
- 6-7** – кнопка S3 (6) для установки лог. «0» или лог. «1» на выводе GPIOC_0 в зависимости от установленного джампера (7);
- 8** – кварцевый резонатор;
- 9** – первый вывод микросхемы;
- 10** – джамперы для подачи напряжения на каналы 1-3 мультиплексора перед АЦП;
- 11** – джампер для подачи опорного напряжения АЦП;
- 12** – джампер для подачи опорного напряжения ЦАП;
- 13** – контрольная точка для проверки напряжения питания RC-генератора (необходимо наличие микросхемы, номинальное напряжение 3,7 В);
- 14** – контрольная точка для проверки напряжения питания ядра микросхемы (необходимо наличие микросхемы, номинальное напряжение 1,8 В);
- 15** – кнопка RESET для сброса программы;

16 – светодиоды VD7-VD10 для контроля логического уровня на выводах GPIOA_4 – GPIOA_7 соответственно;

17 – область внутреннего программатора (взаимодействовать с этой областью запрещено);

18 – контрольная точка для проверки напряжения во время программирования ПЗУ микросхемы (номинальное напряжение 9 В);

19 – контрольная точка для проверки напряжения питания универсальных портов вводов-вывода (номинальное напряжение может быть выбрано из ряда 2,5 В, 3,3 В, 5,0 В);

20 – контрольная точка для проверки цифрового положительного напряжения питания (номинальное напряжение 5,0 В);

21 – контрольная точка для проверки опорного напряжения АЦП/ЦАП (номинальное напряжение может быть выбрано из ряда 2,048 В, 2,5 В, 4,096 В, 5,0 В);

22 – контрольная точка для проверки напряжения питания внутреннего программатора (номинальное напряжение 3,3 В);

23 – контрольная точка для проверки напряжения, поступающего с порта Type-C (номинальное напряжение 5,0 В).

Электрическая схема отладочной платы КФЦС.441461.411

Таблица 2. Перечень элементов отладочной платы (Рисунок 5, Рисунок 6, Рисунок 7)

Обозначение элемента	Название/Тип	Номинал
C1, C2, C13, C24, C32	Конденсатор танталовый SMD A, 16 В, 10%	10 мкФ
C15	Конденсатор танталовый SMD A, 25 В, 10%	100 мкФ
C14, C16, C17, C19, C21, C22, C26...C28, C31, C34...C57, C59...C61, C65, C68, C71...C75, C77	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	0,1 мкФ
C12	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	4,7 мкФ
C3...C5, C10, C18, C23, C25, C29, C30, C33, C58, C66, C76	Конденсатор керамический 0805, X7R, 16 В, 10%	1 мкФ
C56	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	150 пФ
C60	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	20 нФ
C6, C11	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	22 мкФ
C7, C8	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	20 пФ
C69, C70	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	62 пФ
C9	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	68 пФ
C20, C64	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	10 нФ
C62	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	1 нФ
C63	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	150 пФ
C67	Конденсатор керамический 0805, X7R, 50 В, 10%	20 нФ
VD1	Диод BAT54C	–
VD2	Диод SS34	–
VD3	Диод SMF12A	–
VD6	Диод SMF9.0A	–
VD11...VD34	Диод BAT54S	–
D1, D2, D4, D9, D12	Микросхема MIC39102YM	–
D3	Микросхема MT3608L	–
D6	Микросхема AD5260	–
D7	Микросхема AD5262	–
D26	Микросхема STG3157CTR	–

D5	Микросхема STM32F302CBT	–
D10, D11	Микросхема 74HC595D	–
D13...D23, D25	Микросхема SN74LVC1T45DCK	–
D8	Микросхема 24AA02-OT	–
D24	Микросхема RS2058XN	–
D27	Микросхема LTC6900xS5	–
A1	Контактирующее устройство УК48-4Б	–
R28, R39, R41...R64	Резистор 0805, 5%	100 Ом
R6, R12, R13, R16, R20...R23, R27, R29, R33	Резистор 0805, 5%	10 кОм
R8, R17...R19, R31	Резистор 0805, 5%	4,7 кОм
R24...R26, R34	Резистор 0805, 5%	1 кОм
R35...R37, R40	Резистор 0805, 5%	510 Ом
R3, R14, R30	Резистор 0805, 5%	2 кОм
R2, R4	Резистор 0805, 5%	1,2 кОм
R9, R10	Резистор 0805, 5%	47 кОм
R1	Резистор 0805, 5%	3,6 кОм
R5	Резистор 0805, 5%	1,5 кОм
R7	Резистор 0805, 5%	0 Ом
R11	Резистор 0805, 5%	3 кОм
R15	Резистор 0805, 5%	62 Ом
R32	Резистор 0805, 5%	2 МОм
R38	Резистор 0805, 5%	24,9 кОм
L1	Катушка индуктивности SDR0805-220ML	–
S1	Кнопка KLS7-P8.5x8.5-1	–
S2...S4	Кнопка KLS7-TS6604	–
VD4, VD5, VD7...VD10	Светодиод FYLS-0805	–
XP1	Разъем USB тип C	–
XP2...XP44	Вилка штыревая 2.54мм	–
BQ1	Кварцевый резонатор SJK-7U-8.000-12-30-150-C-50	8 МГц
BQ2	Кварцевый резонатор HC-49SM	4 МГц

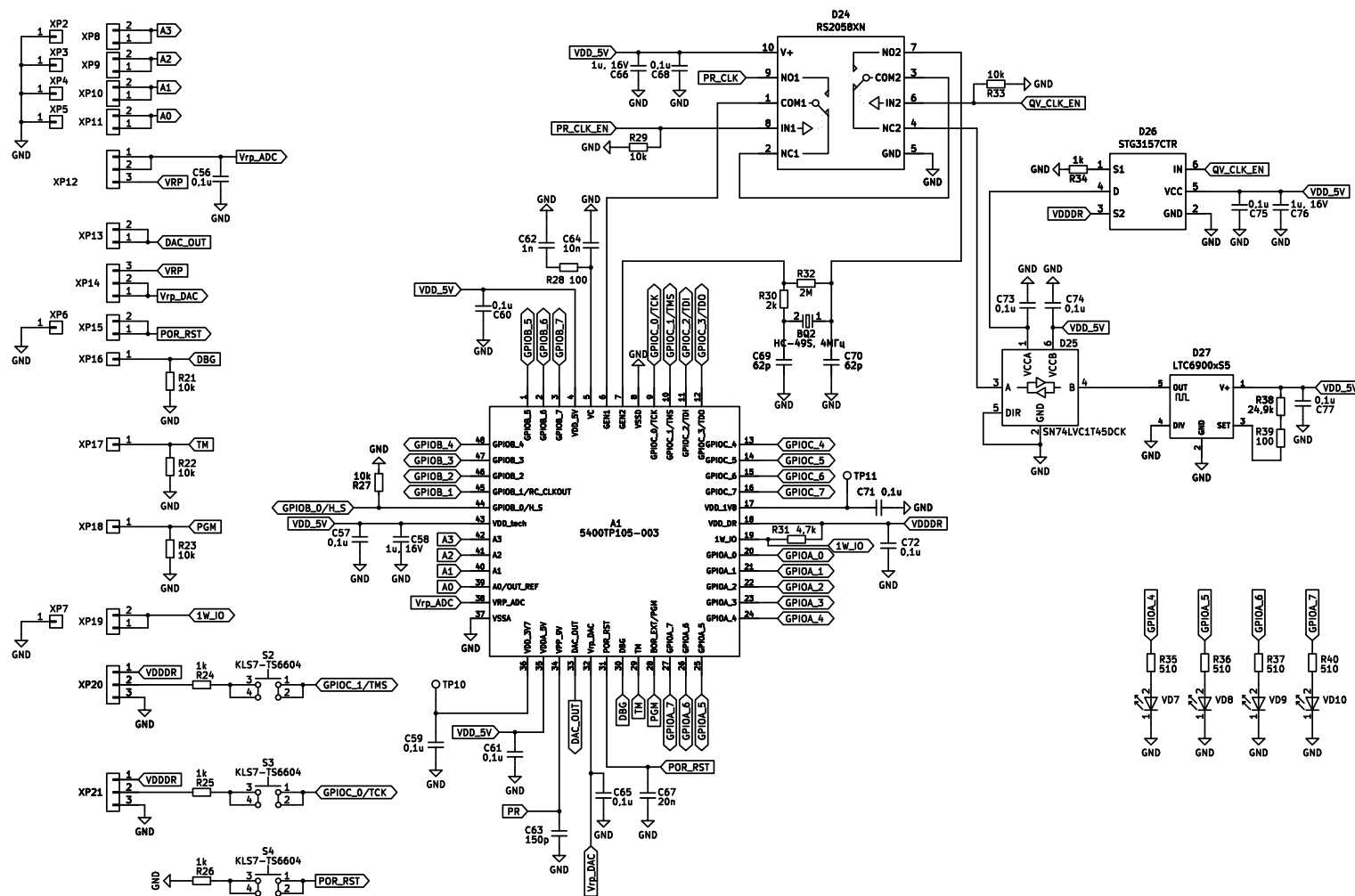


Рисунок 6. Электрическая схема отладочной платы КФЦС.441461.411 (продолжение)

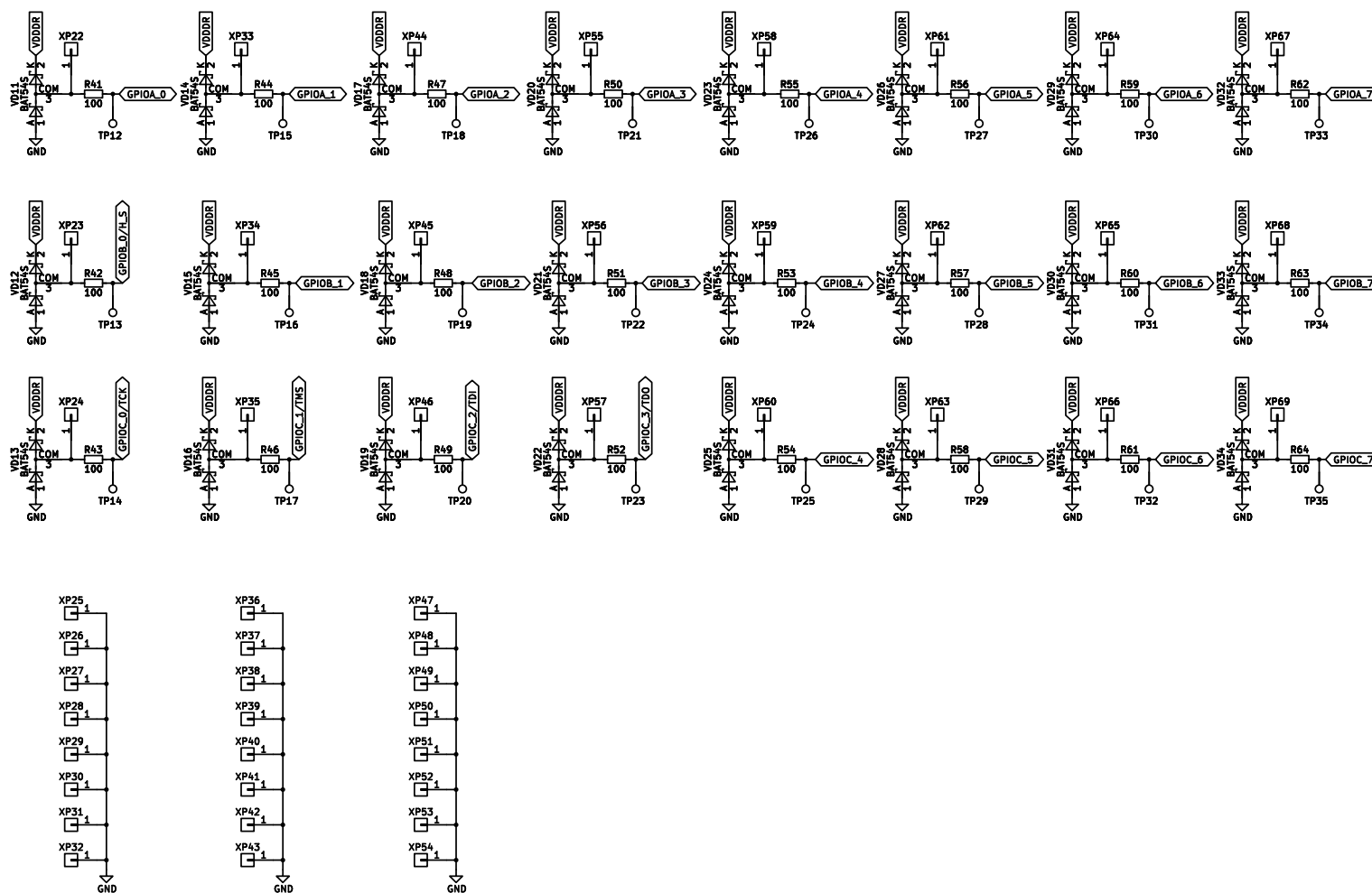


Рисунок 7. Электрическая схема отладочной платы КФС.441461.411 (продолжение)

Keil IDE

Установка и настройка

Перед началом работы необходимо загрузить архивы DCSProg6 и projects_keil с сайта компании (раздел «Программное обеспечение») и извлечь данные на персональный компьютер. Доступ к разделу «Программное обеспечение» предоставляется по запросу на электронную почту support@dcsouyz.ru.

Для программирования микросхемы 5400TP105-003 потребуется программа DCSProg6. Создание конфигурационной последовательности выполняется в ПО Keil MVision C51.

Скачать IDE Keil MVision C51 можно с официального сайта разработчика <https://www.keil.com/download/product/>

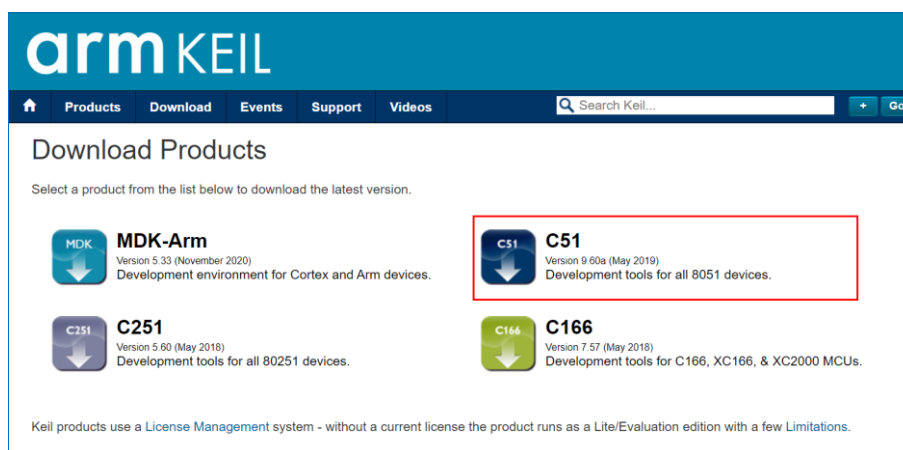


Рисунок 8. Утилита Keil MVision C51

1. Установить скачанную программу, используя настройки по умолчанию;
2. Открыть проект Example.uvproj.

Для открытия проекта в Keil MVision C51 необходимо выбрать меню «Project» → «Open Project».

Путь к файлу проекта в архиве projects_keil «...\Projects\Example\Example.uvproj».

3. В настройках проекта («Alt+F7») во вкладке «Target» необходимо установить размеры памяти ОЗУ и ПЗУ (Рисунок 9):

- Off-chip Code memory: Start – 0x0000; Size – 0x1000;
- Off-chip Xdata memory: Start – 0x0000; Size – 0x1100.

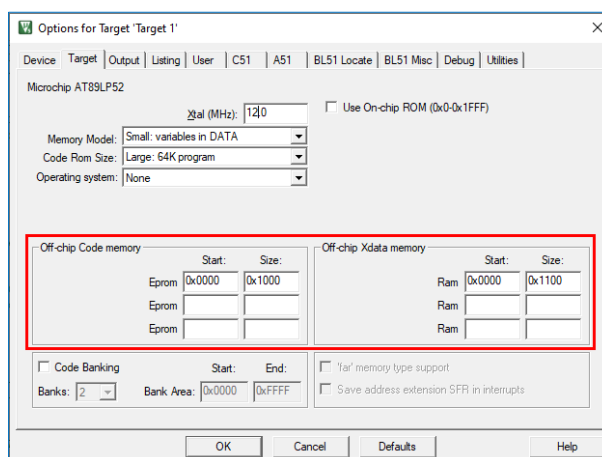


Рисунок 9. Установка размеров памяти ОЗУ и ПЗУ в настройках проекта

4. В настройках проекта во вкладке «Output» установить галочку «Create HEX File» для создания файла с расширением hex. Нажать «OK» (Рисунок 10).

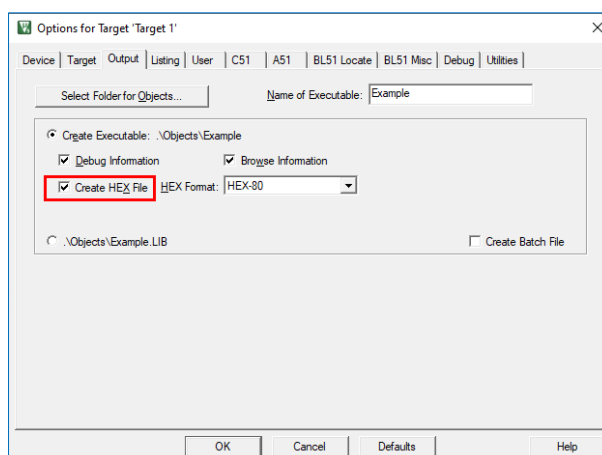


Рисунок 10. Настройка проекта для создания файла с расширением hex

Установка и настройка ПО для работы с микросхемой 5400TP105-003 завершена.

В демонстрационной версии проекта Example.uvproj реализована программа с примером работы светодиодов и выводов микросхемы GPIOA4 – GPIOA7.

5. Для компиляции тестового проекта выполните команду «Project» → «Build Target» или клавиша *F7*. Ошибки компиляции будут выведены в окне Build Output.

6. Для создания или обновления существующего hex-файла выполните команду «Project» → «Rebuild all target files».

В результате выполнения команды будет сформирован файл с расширением hex.

Путь к hex-файлу «...\Projects\Example\Objects\Example.hex»

Отладка

Настройка отладчика

1. Поместить файл 105-003.dll из архива DCSProg6 в каталог C:/Keil_v5/C51/BIN/;
2. В каталоге C:/Keil_v5/ в файле TOOLS.ini в разделе C51 найти максимальный номер для TDRV и добавить строку TDRV*=BIN\105-003.dll ("5400TP105-003"), где * – следующий номер после максимального. Далее необходимо сохранить изменения и закрыть файл;

```

1  [UV2]
2  ORGANIZATION="HP Inc."
3  NAME="HP Inc.", "13"
4  EMAIL="13"
5  TOOL_VARIANT=mdk_lite
6  [C51]
7  PATH="C:\Keil_v5\C51\"
8  VERSION=v9.60
9  BOOK0=HLP\Release_Notes.htm("Release Notes",GEN)
10 BOOK1=HLP\C51TOOLS.chm("Complete User's Guide Selection",C)
11 TDRV0=BIN\MON51.DLL ("Keil Monitor-51 Driver")
12 TDRV1=BIN\ISD51.DLL ("Keil ISD51 In-System Debugger")
13 TDRV2=BIN\MON390.DLL ("MON390: Dallas Contiguous Mode")
14 TDRV3=BIN\LPC2EMP.DLL ("LPC900 EPM Emulator/Programmer")
15 TDRV4=BIN\UL2UPSD.DLL ("ST-uPSD ULINK Driver")
16 TDRV5=BIN\UL2XC800.DLL ("Infineon XC800 ULINK Driver")
17 TDRV6=BIN\MONADI.DLL ("ADI Monitor Driver")
18 TDRV7=BIN\DAS2XC800.DLL ("Infineon DAS Client for XC800")
19 TDRV8=BIN\UL2LPC9.DLL ("NXP LPC95x ULINK Driver")
20 TDRV9=BIN\JLinkEFM8.dll ("J-Link / J-Trace EFM8 Driver")
21 TDRV10=BIN\JLinkIS2083.dll ("J-Link / J-Trace IS2083 Driver")
22 TDRV11=BIN\Nuvoton_8051_Keil_uVision_Driver.dll ("Nuvoton 8051 Keil Driver")
23 TDRV12=BIN\105-003.dll ("5400TP105-003")
24 RTOS0=Dummy.DLL("Dummy")
25 RTOS1=RTXTINY.DLL ("RTX-51 Tiny")
26 RTOS2=RTX51.DLL ("RTX-51 Full")
27

```

Рисунок 11. Файл TOOLS.ini

3. Запустить Keil IDE. В настройках проекта (комбинация Alt+F7 или кнопка «Options for Target» на панели инструментов) во вкладке «Debug» поставить переключатель «Use» и выбрать «5400TP105-003». Установить галочку «Load Application at Startup». Нажать «OK»;

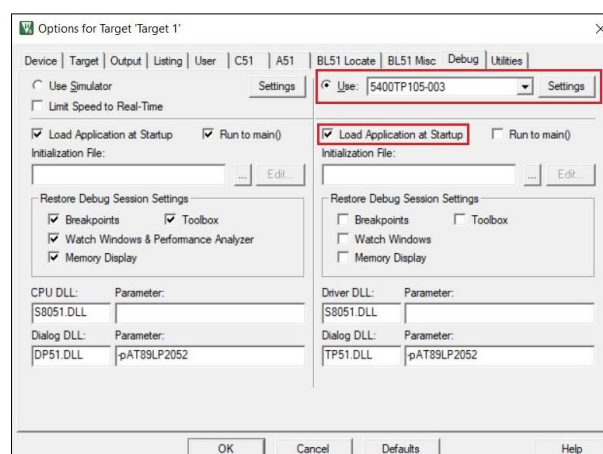


Рисунок 12. Настройка Keil IDE

4. Непосредственно перед запуском отладчика необходимо создать выходной hex-файл отлаживаемой программы («Project» → «Rebuild all target files»), подключить программатор DCSProg6 в USB-порт компьютера, подать на плату питание и частоту.

Начало работы с отладкой

Запуск отладчика производится комбинацией клавиш Ctrl+F5. При успешном подключении программатора к отладчику в окне логов будет выведено следующее сообщение:

```
Инициализация программатора  
Программатор подключен  
Запись байта 0x7 по адресу 0x3200 во внешнюю RAM  
Из внешней RAM по адресу 0x3200 считан байт 0x7  
Reset
```

Рисунок 13. Сообщение при успешном подключении программатора

При неуспешном подключении программатора отладчик будет принудительно отключен, либо в окне логов будет выведено следующее сообщение:

```
Инициализация программатора  
Программатор подключен  
Запись байта 0x7 по адресу 0x3200 во внешнюю RAM  
Из внешней RAM по адресу 0x3200 считан байт 0xc8  
Reset  
Не получен корректный ответ от микросхемы при Reset, проверьте питание и тактирование
```

Рисунок 14. Сообщение при неуспешном подключении программатора

В этом случае необходимо проверить питание и тактирование микросхемы и заново включить отладчик.

Возможности отладчика

После загрузки программы в микросхему, открывается окно с ассемблерным кодом. Если окно не открылось, его можно открыть вручную нажатием «View» → «Disassembly Window». В этом окне можно просматривать ассемблерный код, сопоставленный строкам исходного кода на языке Си (Рисунок 15). Если окно ассемблерных инструкций изначально отображается по-другому, это можно изменить одиночным нажатием ПКМ по окну ассемблерных инструкций и выбором режима отображения «Mixed Mode» (Рисунок 16).

```
18:          gpioa_4 ^= 1;
C:0x08AC  A284  MOV     C, gpioa_4(0x80.4)
C:0x08AE  B3     CPL     C
C:0x08AF  9284  MOV     gpioa_4(0x80.4), C
```

Рисунок 15. Пример ассемблерного кода в удобочитаемом виде

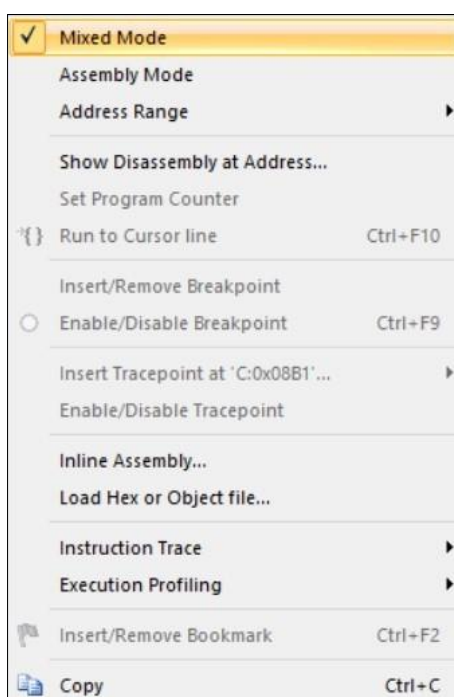


Рисунок 16. Выбор режима отображения ассемблерных инструкций вместе с Си кодом

Примечание: при заполнении окна ассемблерных инструкций отладчик не считывает инструкции из микросхемы, а анализирует входной hex-файл. Верификация записанного кода происходит только при команде «Flash Download» (см. пункт Команда «Flash Download»).

В отладочном окне в левом верхнем углу находится основная панель инструментов для управления выполнением программы:



Кнопка «RST» сбрасывает выполнение всех инструкций и возвращает PC («Program Counter») в начало программы;



Кнопка «Run» запускает выполнение программы с текущего PC. Выполнение программы остановится по окончании или при встрече брейкпоинта;



Кнопка «Stop» прерывает выполнение программы. PC остаётся на последней выполненной инструкции;



Кнопка «Step» выполняет одну инструкцию программы, на которую указывает PC;



Кнопка «Run to Cursor Line» выполняет программу до той строки, на которую указывает курсор в окне ассемблерного кода (желтая метка) или в окне кода на Си (синяя стрелка);



Кнопка «Step Over» пропускает одну инструкцию программы, на которую указывает PC.

```

21:                gpioa_6 ^= 1;
C:0x0816  A286  MOV    C,gpioa_6(0x80.6)
C:0x0818  B3    CPL    C
C:0x0819  9286  MOV    gpioa_6(0x80.6),C

```

Рисунок 17. Пример поставленного курсора для команды «Run to Cursor Line» в окне ассемблерного кода

```

▶ 21 | gpioa_6 ^= 1;

```

Рисунок 18. Пример поставленного курсора для команды «Run to Cursor Line» в окне кода на Си

```

20:                Delay(10000);
⇒ C:0x0813  12084E  LCALL  L?0009(C:084E)

```

Рисунок 19. Пример вызова функции в ассемблерном окне

При нажатии ПКМ на строку в ассемблерном окне (Рисунок 20) или в окне Си кода (Рисунок 21) можно задать PC на эту инструкцию, используя команду «Set Program Counter». При нажатии кнопки «Run» исполнение программы начнется с инструкции, на которую указывает установленный «PC».

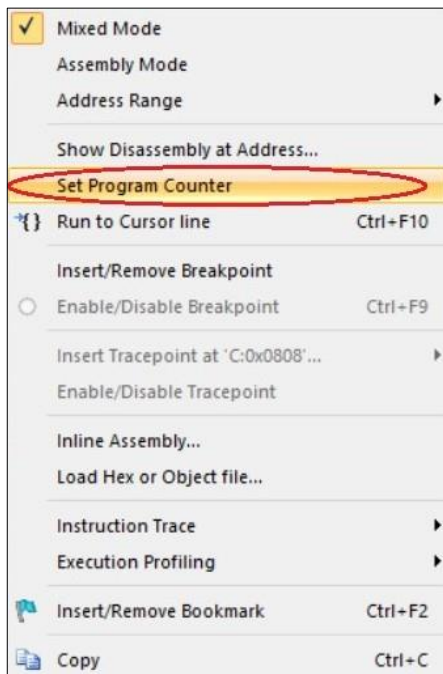


Рисунок 20. Установка PC в окне ассемблерного кода

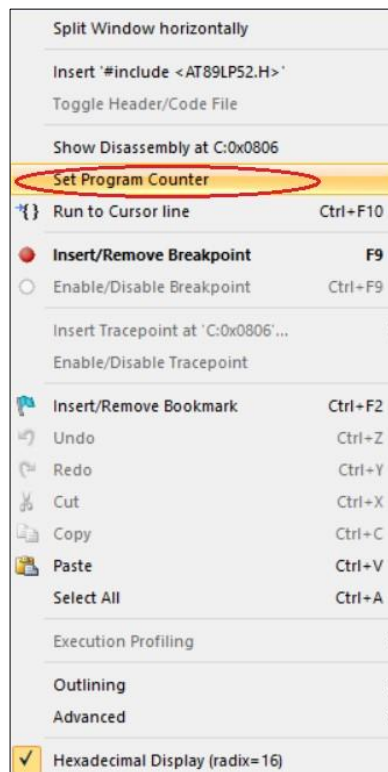


Рисунок 21. Установка PC в окне Си кода

В левой части отладочного окна можно отслеживать состояние SFR регистров ядра 8051 (Рисунок 22). При остановке исполнения программы (принудительно или по брейкпоинту) происходит чтение значений и обновление окна SFR регистров. В остановленном состоянии можно изменять значения SFR регистров, используя данное окно.

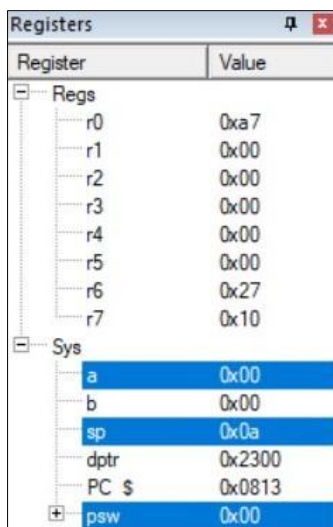


Рисунок 22. Окно SFR регистров ядра 8051

Использование точек останова

Отладчик поддерживает до четырёх брейкпоинтов одновременно. Чтобы установить/удалить брейкпоинт необходимо в области кода слева от нужной строки нажать ЛКМ.

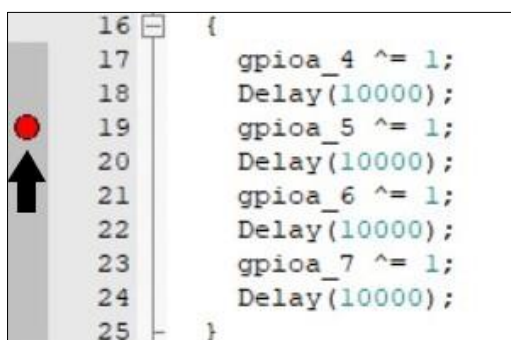


Рисунок 23. Установка брейкпоинтов

Примечания

1 Команда «Run to Cursor Line» использует брейкпоинт, поэтому при использовании этой команды необходимо убедиться, что в данный момент установлено максимум три брейкпоинта.

2 Команда «Step Over» при прохождении функции использует брейкпоинт, поэтому при использовании этой команды необходимо убедиться, что в данный момент установлено максимум три брейкпоинта.

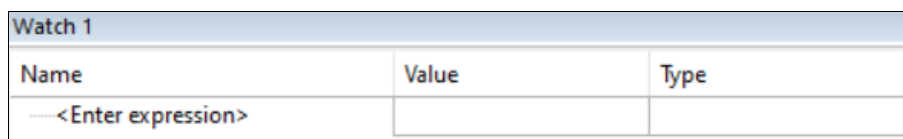
3 Команда «STEP» не работает, т.к. микроконтроллер не поддерживает данную команду.

Просмотр состояния переменных

Открыть окно с отслеживанием переменных можно по нажатию «View» → «Watch Windows» → «Watch 1». Снизу отладочного окна появится вкладка «Watch 1» (Рисунок 24). В данной вкладке можно ввести название переменной в столбец «Name», состояние которой необходимо отслеживать.

При успешном добавлении переменной будет отображено её значение и тип, при неуспешном добавлении в столбце «Value» будет отображаться «<cannot evaluate>».

Считывание переменной происходит при остановке программы.



Name	Value	Type
<Enter expression>		

Рисунок 24. Окно для отслеживания переменных

Примечание: при помощи этого окна можно изменять состояние переменных при остановленной программе. Если переменная хранится во внутренней ОЗУ, то состояние меняется, если переменная хранится во внешней ОЗУ (ключевое слово «xdata»), то её состояние не изменяется.

Команда «Flash Download»

Для загрузки программы из Keil IDE в микросхему необходимо в настройках проекта (Alt+F7) во вкладке «Utilities» в меню настроек «Flash Download» указать следующие настройки:

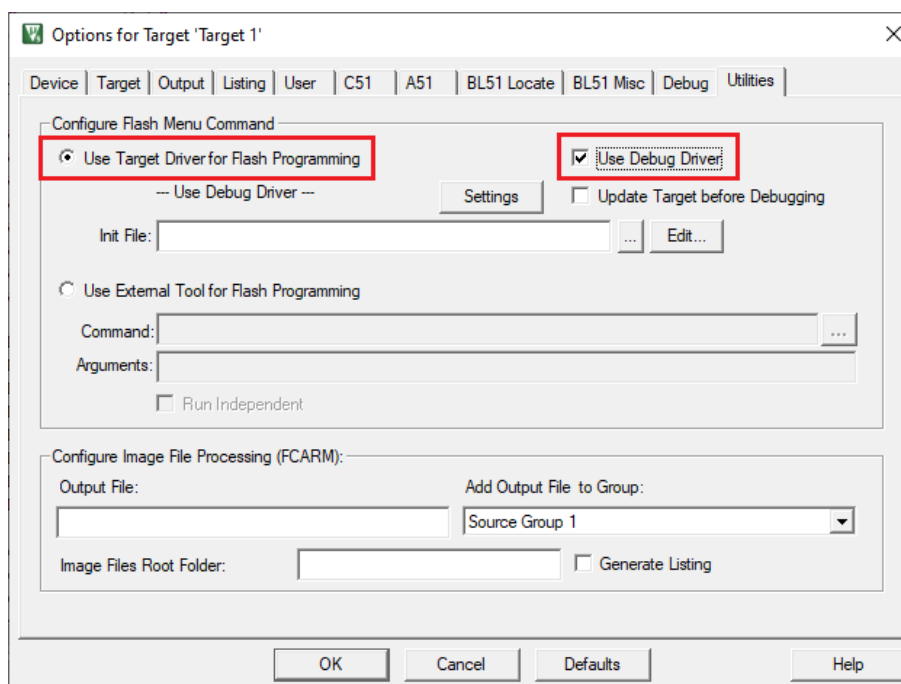


Рисунок 25. Настройки проекта для включения возможности загружать программу сразу из Keil IDE

На панели инструментов окна Keil IDE есть кнопка (Рисунок 26), которая очищает память программ, заполняя ее нулями, затем программа загружается в микросхему, в конце программа считывается из микросхемы и по байтам сравнивается с тем, что должно быть загружено.



Рисунок 26. Кнопка «Flash Download» на панели инструментов Keil IDE

При успешном подключении к плате, успешной записи и верификации загруженной в микросхему программы в окне логов будет выведено сообщение о том, что все байты загружаемой программы совпали.

```

Программатор подключен
Запись байта 0x7 по адресу 0x3200 во внешнюю RAM
Из внешней RAM по адресу 0x3200 считан байт 0x7
Flash Erase Done.
Flash Write Done: 249 bytes programmed.
Flash Verify Done: 249 bytes verified.
Flash Load finished at 10:39:44
  
```

Рисунок 27. Информационное сообщение об успешной записи и верификации

При обнаружении несовпадений байтов программы об этом также будет сообщено в окне логов. В таком случае рекомендуется заново подать питание и тактирование микросхемы и попробовать снова загрузить программу.

Примечания:

1 Кнопка «Flash Download» лишь так называется в контексте Keil IDE. В контексте микросхемы программа будет загружаться в RAM_ROM область в SOFT режиме, так как флеш-память у микросхемы 105-003 отсутствует.

2 После успешной загрузки и верификации программы для её запуска необходимо нажать на отладочной плате кнопку «RESET».

3 Такая загрузка происходит относительно долго, так как перед записью и верификацией программы происходит полное затирание RAM_ROM области (все 4096 байт заполняются нулями).

Eclipse

Установка и настройка

Программа для отладки разработана в виде набора плагинов для Eclipse. На текущий момент получить плагины можно только в составе сборки DCS-Eclipse.

В качестве компилятора для 5400TP105-003 предлагается использовать SDCC ([SDCC manual](#)).

Среда разработана и протестирована на операционной системе «Ubuntu 22.04». Поддержка других операционных систем будет добавлена позднее.

Настройка окружения

Предварительно требуется установить SDCC.

Установка Eclipse для Ubuntu 22.04

Для того, чтобы использовать Eclipse на Ubuntu необходимо:

1. Загрузить архив eclipse_ubuntu_debian с сайта в разделе «Программное обеспечение» и извлечь данные на персональный компьютер;
2. Установить java-21 командой `sudo apt install openjdk-21-jdk`;
3. Установить компилятор для 8051 командой `sudo apt install sdcc`;
4. Перейти в папку eclipse и из терминала запустить IDE командой `sudo ./eclipse`.

Установка Eclipse для Windows

Для того, чтобы использовать Eclipse на Windows необходимо:

1. Загрузить архив eclipse_win32 с сайта в разделе «Программное обеспечение». Установить eclipse из архива eclipse_win32;
2. Установить java-21 с сайта разработчика. Ссылки на скачивание java 21:
 - https://download.oracle.com/java/21/latest/jdk-21_windows-x64_bin.msi;
 - https://download.oracle.com/java/21/latest/jdk-21_windows-x64_bin.exe;
3. Установить SDCC. Скачать файл sdcc-winX, где X – разрядность операционной системы. Ссылка на скачивание SDCC:
 - <https://sourceforge.net/projects/sdcc/files/>;
4. Перейти в папку Eclipse и запустить eclipse.exe.

В случае, если на компьютере были установлены другие версии Java и у вас не запускается программа ниже представлены возможные пути решения проблемы:

1. Папка, в которую установлена Java-21 находится в системных переменных среды операционной системы. Путь к файлу java.exe должен находиться в переменной Path. Для того, чтобы в этом убедиться нажмите ПКМ на «Пуск», выберите «Система» – «Дополнительные параметры системы» – «Переменные среды», выбрать переменную Path и нажать «Изменить».

Если в переменной Path находится одновременно несколько путей до java.exe, то рекомендуется удалить, так как может быть использована некорректная версия java для запуска программы.

2. Системная переменная `JAVA_HOME` должна ссылаться на папку с установленной java (например, `C:\Program Files\Java\jdk-21\bin\` или `C:\Program Files\Common Files\Oracle\Java\javapath`).

Если переменная отсутствует, то ее необходимо создать.

Если программа после всех действий не запускается и ваш путь к java содержит `C:\Program Files\Common Files\Oracle\Java\javapath`, то рекомендуется заменить на явный путь к java `C:\Program Files\Java\jdk-21\bin\`

Создание проекта

Одновременно допускается использовать только один проект. Если требуется использовать другой проект, остальные необходимо закрыть.

1. Для создания первого проекта необходимо нажать на строку «Create a new C or C++ project» или «Create new Project...» → «C Project»;

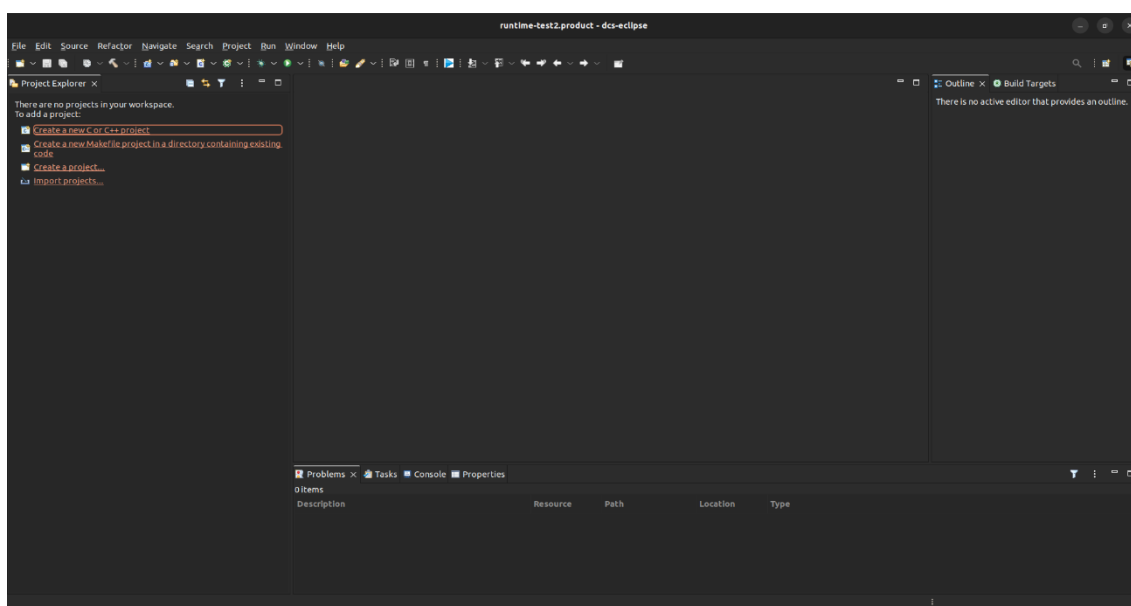


Рисунок 28. Создание проекта

2. В качестве категории проекта необходимо выбрать «C Project» (Рисунок 29). Нажать «Next»;

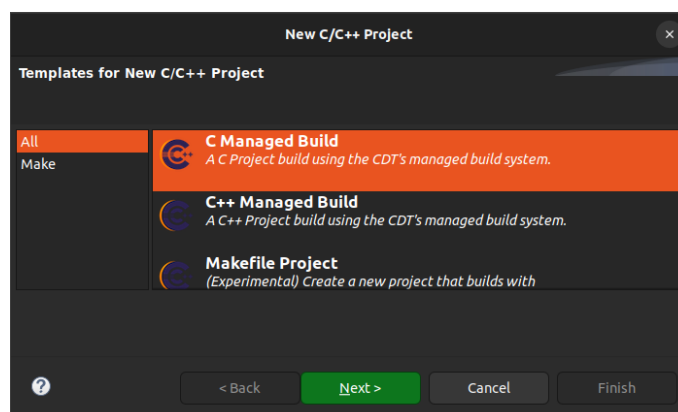


Рисунок 29. Выбор категории проекта

3. Выбрать тип проекта «*Executable/5400TP105-003 C++ Project*» (Рисунок 30);
4. В окне «*Toolchains*» выбрать «*SDCC Tool Chain*», если вариантов более одного, и он не выбран по умолчанию;
5. Указать название проекта;
6. Убедиться, что проект создается в ожидаемой директории. При необходимости убрать галочку «*Use default location*» и изменить путь;
7. Нажать «*Next*»;

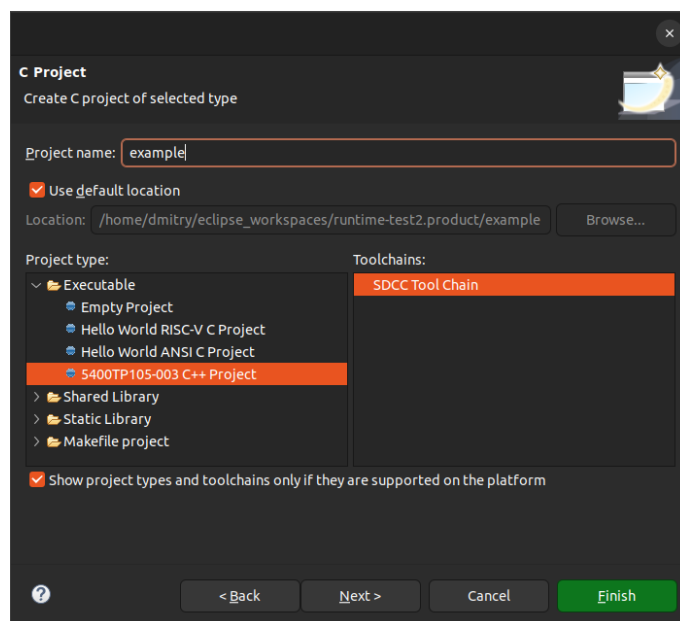


Рисунок 30. Выбор типа проекта

8. При необходимости изменить свойства проекта (Рисунок 31). Желательно поля «*Source*» и «*Linker other options*» оставить без изменения. Нажать «*Next*».

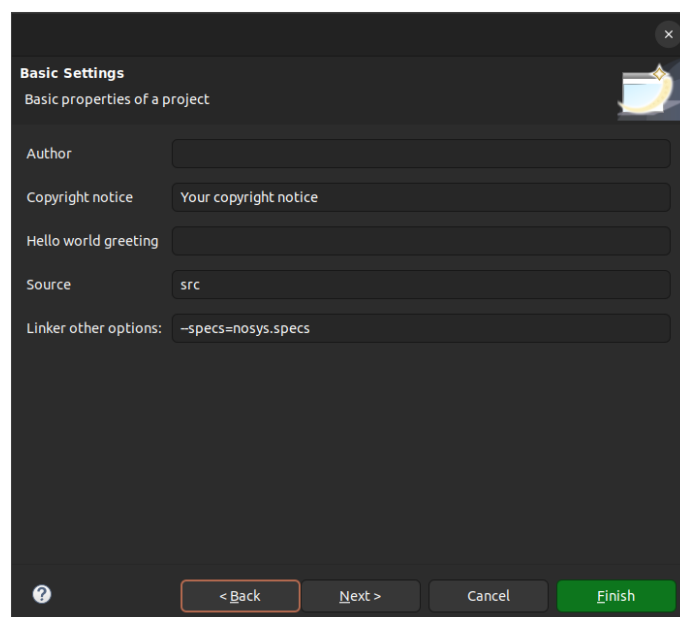


Рисунок 31. Свойства проекта

9. В следующем окне ничего не изменять (Рисунок 32). Нажать кнопку «Finish»;

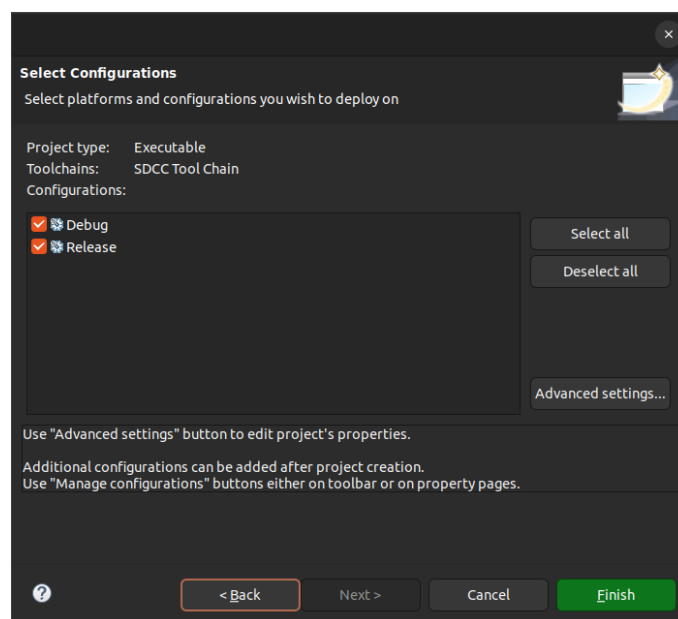


Рисунок 32. Выбор конфигурации проекта

10. Возможно, IDE предложит сменить перспективу (Рисунок 33). Необходимо согласиться нажатием кнопки «Open Perspective». Перспективу также можно сменить в правом верхнем углу рабочего окна (кнопка «Open Perspective»).

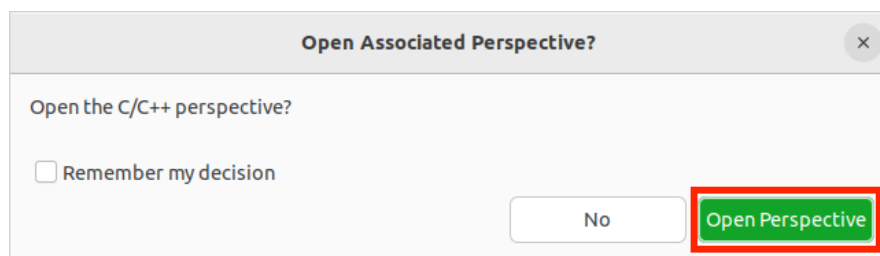


Рисунок 33. Открытие перспективы

Настройка проекта

После создания проекта выберите файл main.c и выполните сборку (Build all). В случае возникновения ошибки убедитесь, что настройка проекта выполнена правильно. Корректная настройка проекта описана ниже:

1. Нажать ПКМ на проект и выбрать «Properties» в появившемся контекстном меню;
2. В категории C/C++ Build нажать кнопку «Manage Configurations», выбрать «Release» и нажать «Set Active»;

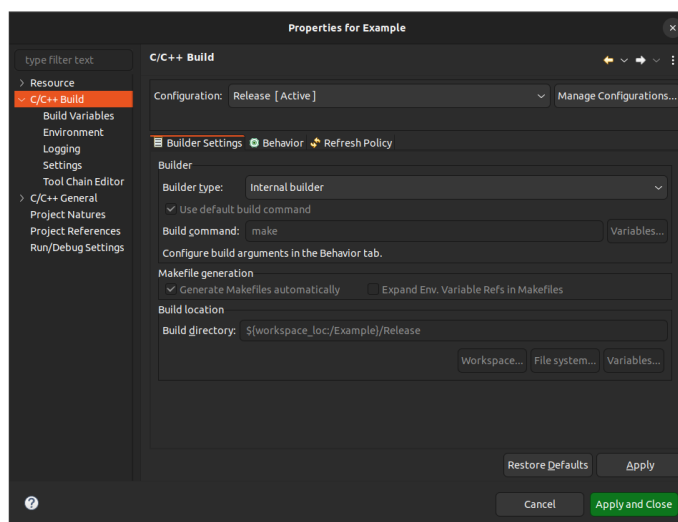


Рисунок 34. Окно настроек проекта

3. В «Configuration» выбрать «Release [Active]» (Рисунок 35);

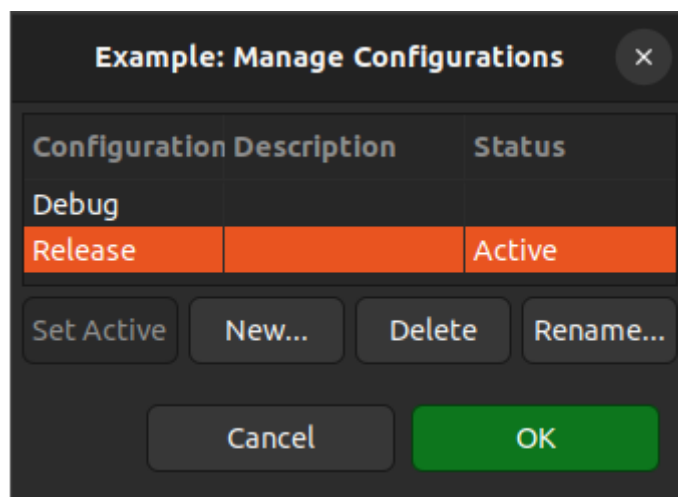


Рисунок 35. Меню управления конфигурацией

4. В категории C/C++ Build выбрать «*Builder type: Internal builder*»;
5. Добавить генерацию hex-файла. Для этого необходимо перейти в подкатегорию «*Settings*», в окне «*Build Artifact*» выбрать «*Artifact extension: hex*»;

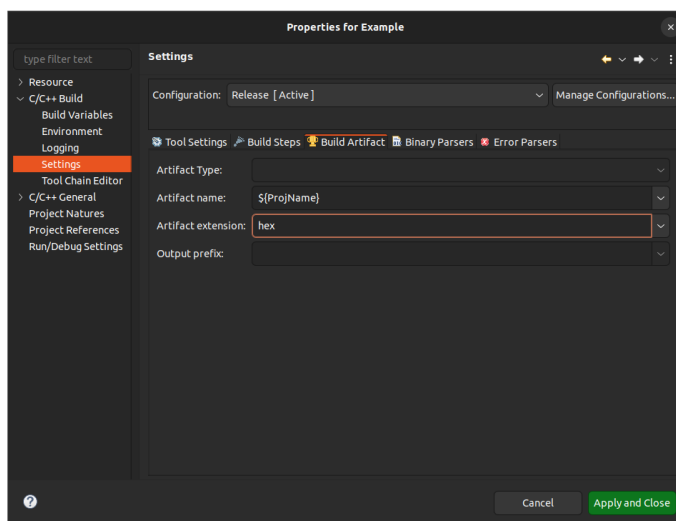


Рисунок 36. Установка генерации hex-файла

6. Подтвердить изменения «Apply and Close»;
7. Выполнить сборку проекта нажав на молоток на панели инструментов или кнопку «Build all».

Если в консоли возникает ошибка «Error: Program "sdcc" not found in PATH», то необходимо убедиться, что в системной переменной Path среды операционной системы указан путь к sdcc. Для этого, нажмите ПКМ на «Пуск», выберите «Система» → «Дополнительные параметры системы» → «Системные переменные», выбрать переменную Path и нажать «Изменить». Если путь отсутствует, то необходимо нажать кнопку «Создать» и добавить путь (пример C:\Program Files\SDCC\bin).

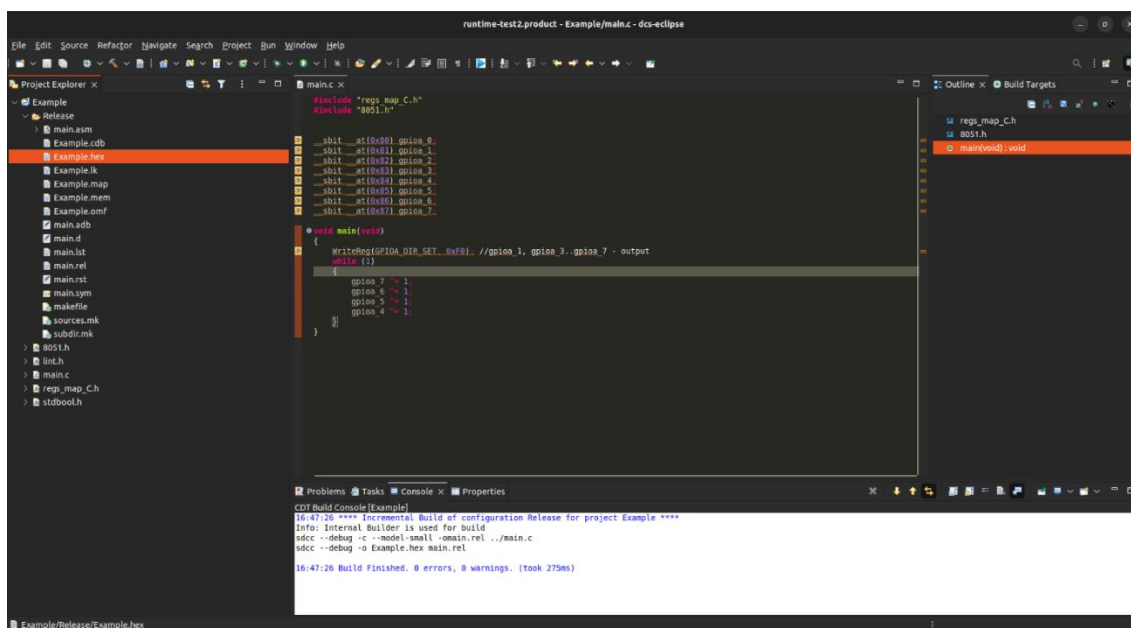


Рисунок 37. Сборка проекта

Удаление/закрытие проекта

Для удаления/закрытия проекта необходимо нажать ПКМ по проекту и в выпадающем меню выбрать пункт «Delete» (Рисунок 38).

Для удаления нужно нажать на checkbox «Delete project contents on disk (cannot be undone)». Для закрытия проекта галочку ставить не нужно. Подтвердить нажатием кнопки «ОК».

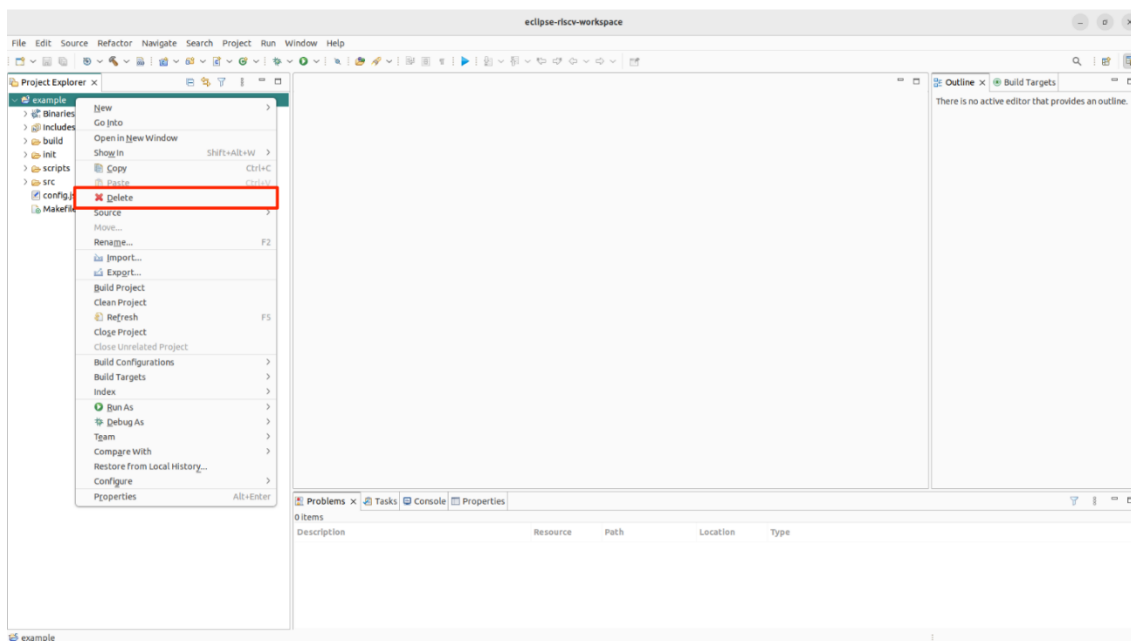


Рисунок 38. Удаление/закрытие проекта

Отладка

Для отладки нужно выполнить подключение платы к usb порту устройства. Далее необходимо включить питание и подать частоту.

Примечание (Ubuntu 22.04):

В некоторых случаях отладка может не работать из-за системы выделения прав на устройстве. В этом случае следует запустить Eclipse через терминал с дополнительными правами с помощью команды `sudo ./eclipse`

После сборки проекта можно записать программу в микроконтроллер и начать отладку. Для этого следует нажать ПКМ на проекте и в контекстном меню выбрать:

Debug As → *Debug Configurations...*

Создать новую конфигурацию путём двойного нажатия на «5400TP105-003 Debug» и нажать «Debug».

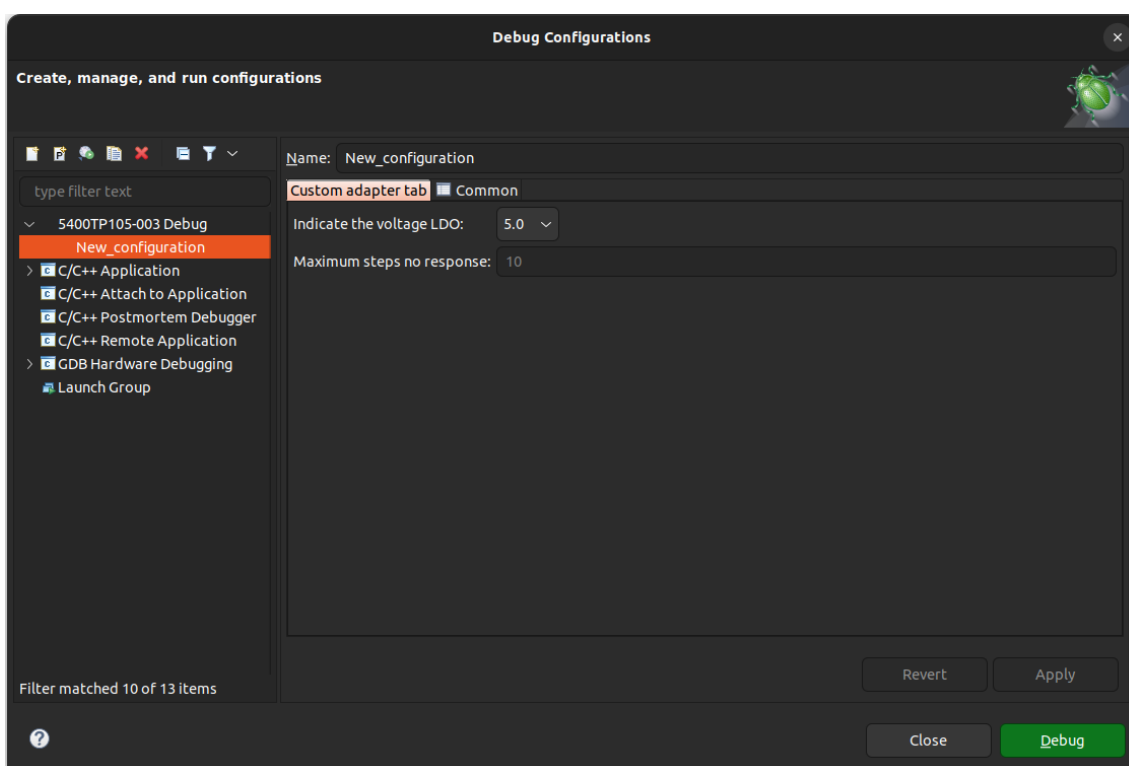


Рисунок 40. Окно запуска отладки

После нажатия кнопки «Debug» будет произведено программирование микросхемы в «SOFT» режим, и она будет переведена в режим отладки.

Примечание: при возникновении ошибок следует проверить и переподключить плату.

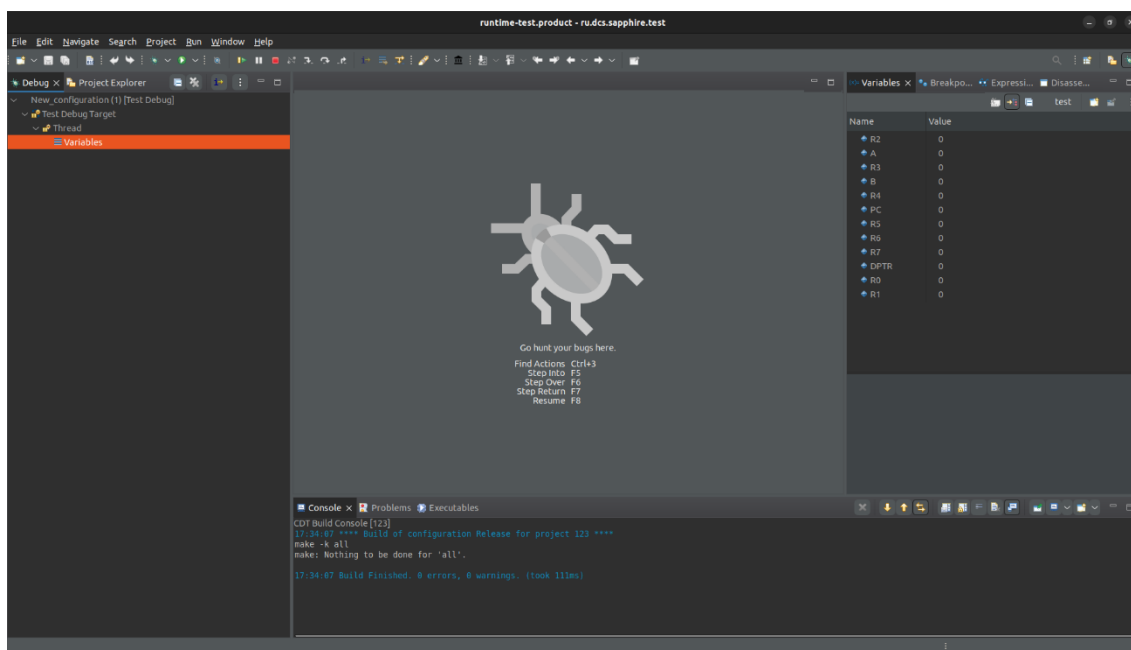


Рисунок 41. Внешний вид при отладке проекта

Справа можно увидеть 4 окна:

- **Variables** – информация об основных переменных и регистрах;
- **Breakpoints** – информация об установленных точках останова;
- **Expressions** – окно с возможностью слежения за выбранными переменными;
- **Disassembler** – окно дизассемблирования.

На панели инструментов есть 4 основных кнопки:

- **Resume** – запуск работы программы;
- **Suspend** – приостановка работы программы;
- **Terminate** – завершение работы программы;
- **Reset** – сброс программы и установку PC в нулевую инструкцию.

Примечания:

1 При первой загрузке в память выполняется команда Reset для обнуления записанной программы и установки PC в начало.

2 Точки останова можно добавить с помощью двойного нажатия левой кнопкой мыши в файле с программой.

Примечание: для микроконтроллера 5400TP105-003 доступны только 4 одновременно установленных точки останова.

Подготовка к работе с отладочным комплектом

1. Подключить блок питания к плате (для отладочной платы КФЦС.441461.196).
2. Соединить плату с ПК с помощью USB-кабеля.
3. Определить COM-порт отладочной платы.

Зайти в диспетчер устройств

Для Windows 10, 11 – нажмите по иконке поиска в панели задач и наберите «диспетчер устройств» в поле ввода, а после того, как нужный элемент будет найден, нажмите по нему ЛКМ для открытия.

Во вкладке «Порты (COM и LPT)» определить COM-порт, который соответствует отладочной плате. В примере отладочная плата КФЦС.441461.196 подключена к порту COM3 (Рисунок 42), отладочная плата КФЦС.441461.411 подключена к порту COM15 (Рисунок 43).

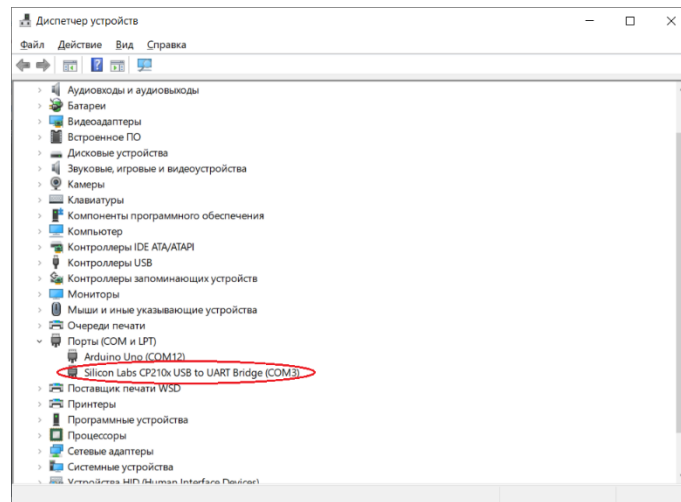


Рисунок 42. Диспетчер устройств при подключении отладочной платы КФЦС.441461.196

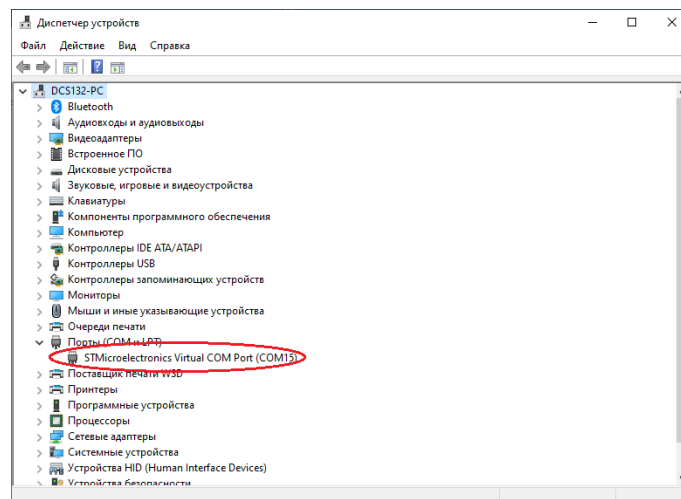


Рисунок 43. Диспетчер устройств при подключении отладочной платы КФЦС.441461.411

Если компьютер не распознает отладочную плату КФЦС.441461.196, то следует установить драйвер CP210x: загрузить архив CP210x_Windows_Drivers с сайта компании <https://dcsoyuz.ru> в разделе «Программное обеспечение», либо с сайта разработчика <https://www.silabs.com/developers/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>.

Если компьютер не распознает отладочную плату КФЦС.441461.411, то необходимо выполнить следующие действия:

1. Скачать архив *STM32_VCP_driver.zip* с сайта компании и извлечь файлы в отдельную папку;
2. В командной строке перейти в директорию распакованного архива и прописать команду `pnputil /add-driver stmcdc.inf /install`;
3. При успешной установке, будет выведено сообщение «Пакет драйвера успешно добавлен» (Рисунок 44).

```
C:\Users\          \Desktop\DCSPRog>pnputil /add-driver stmcdc.inf /install
Служебная программа PnP (Майкрософт)

Добавляется пакет драйвера:  stmcdc.inf
Пакет драйвера успешно добавлен.
Опубликованное имя:          oem98.inf
Пакет драйвера установлен на устройстве: USB\VID_0483&PID_5740\1

Общее число пакетов драйверов:  1
Добавленные пакеты драйверов:  1
```

Рисунок 44. Успешная установка драйвера

Идентификация микросхемы

1. Вставьте микросхему в контактирующее устройство на отладочной плате. Направление первого вывода микросхемы указано треугольником над контактирующим устройством отладочной платы КФЦС.441461.196 (Рисунок 1, №12) и КФЦС.441461.411 (Рисунок 4, №9). Прижмите микросхему крышкой контактирующего устройства;
2. Запустите приложение DCSProg6.exe из папки DCSProg6_ver4.x/Win10;
3. Выберите COM-порт, который соответствует отладочной плате (Рисунок 45);

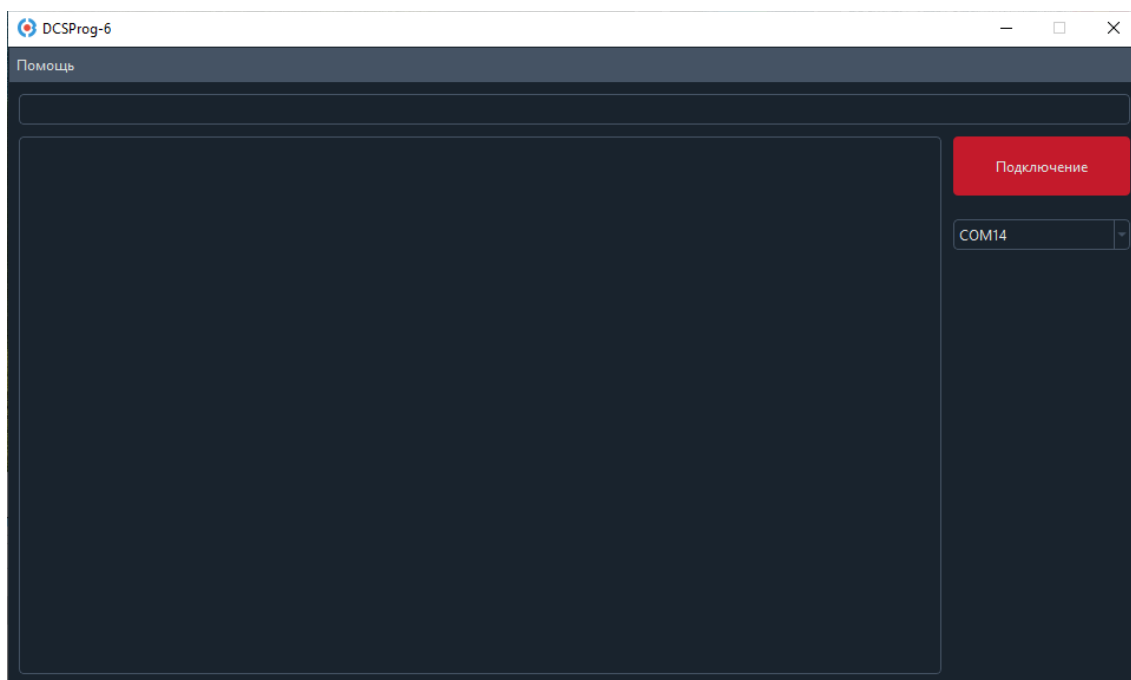


Рисунок 45. Внешний вид ПО при первом включении

4. Нажмите кнопку включения питания на плате (Рисунок 1, №1; Рисунок 4, №1);
5. Нажмите в ПО DCSProg6 кнопку «Подключение» для идентификации отладочной платы. После идентификации окно приложения перезапустится с интерфейсом, соответствующим отладочной плате. Кнопка «Подключение» изменит цвет на зеленый (Рисунок 46).
6. В случае использования внешнего генератора: перевести переключатель (Рисунок 1, №10) в положение «GEN», подать прямоугольный сигнал (меандр) от 0 В до 5,0 В с частотой 4 МГц (допустимый диапазон частоты от 500 кГц до 8 МГц) на вывод GEN (Рисунок 1, №9);
7. В случае использования кварцевого резонатора перевести переключатель (Рисунок 1, №10) в положение «RES».

Примечание: информация о программировании микросхемы в составе вашего устройства (без отладочной платы КФЦС.441461.196 или КФЦС.441461.411) с помощью программатора DCSProg приведена в документе «Руководство пользователя 5400TP105-003 Приложение Б».

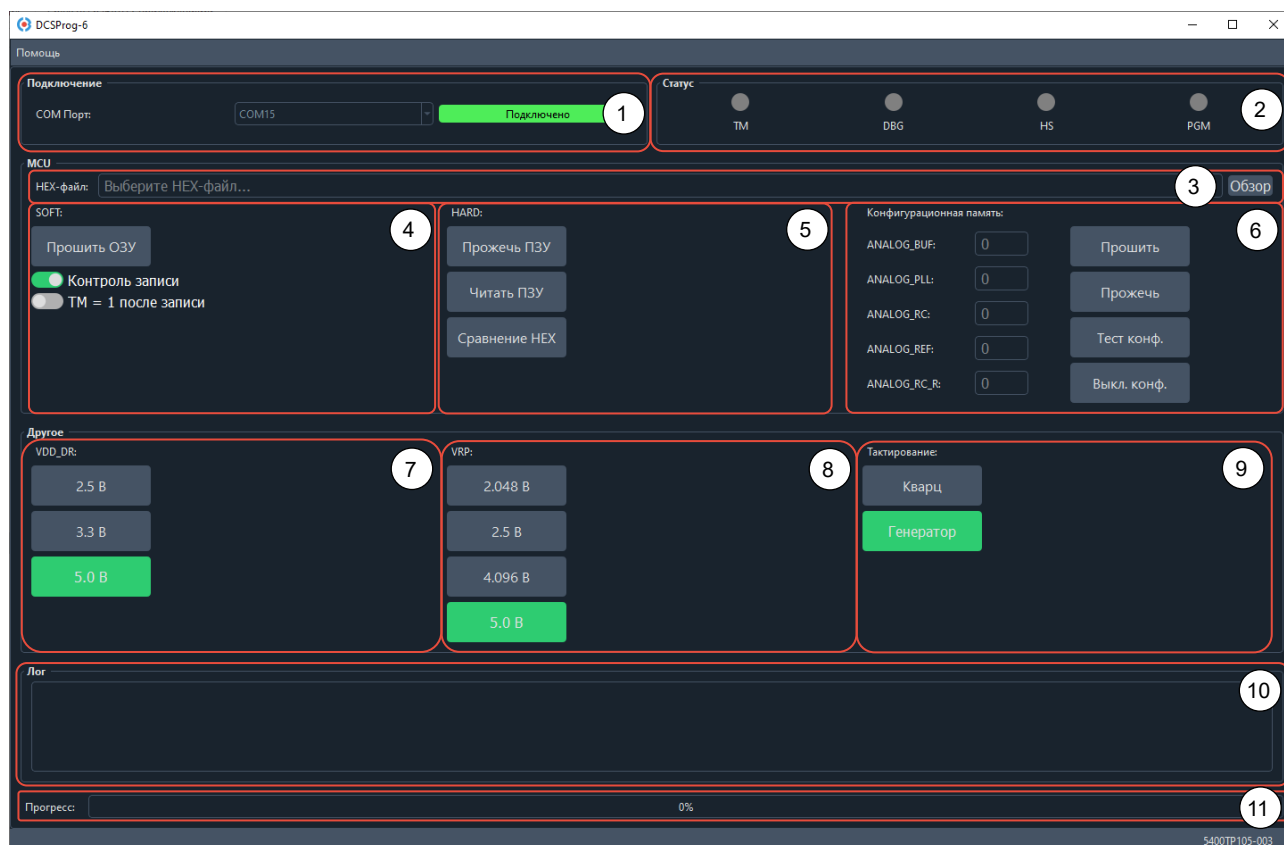


Рисунок 46. Окно программы DCSProg6 после инициализации

- 1 – Выбор COM-порта устройства;
- 2 – Состояние выводов программирования (индикатор зелёный – вывод находится в лог. «1», индикатор серый – вывод находится в лог. «0»);
- 3 – Выбор и инициализация HEX файла;
- 4 – Программирование микросхемы в режиме SOFT;
- 5 – Программирование микросхемы в режиме HARD;
- 6 – Настройка конфигурационной памяти;
- 7 – Настройка напряжения питания портов ввода/вывода;
- 8 – Настройка напряжения для внутреннего опорного уровня;
- 9 – Выбор тактирования микросхемы (только для отладочной платы КФЦС.441461.411);
- 10 – Окно лога;
- 11 – Прогресс программирования микросхемы.

Программирование конфигурационной памяти

В микросхеме реализована конфигурационная память, которая может работать как в «SOFT», так и в «HARD» режиме. Более подробно о регистрах конфигурационной памяти см. в «Спецификация 5400TP105-003» раздел «Конфигурационная память (ANALOG_CFG)». Регистры модуля ANALOG_CFG подключены к конфигурационному однократно программируемому ПЗУ.

Для настройки конфигурационной памяти в режиме «SOFT» необходимо ввести значения регистров в виде десятичного числа в соответствующее поле и нажать кнопку «Прошить». Если в поле ничего не введено, в регистр записываются нули.

В логах будет выведено «Конфигурационная память настроена в режиме SOFT» (Рисунок 47).

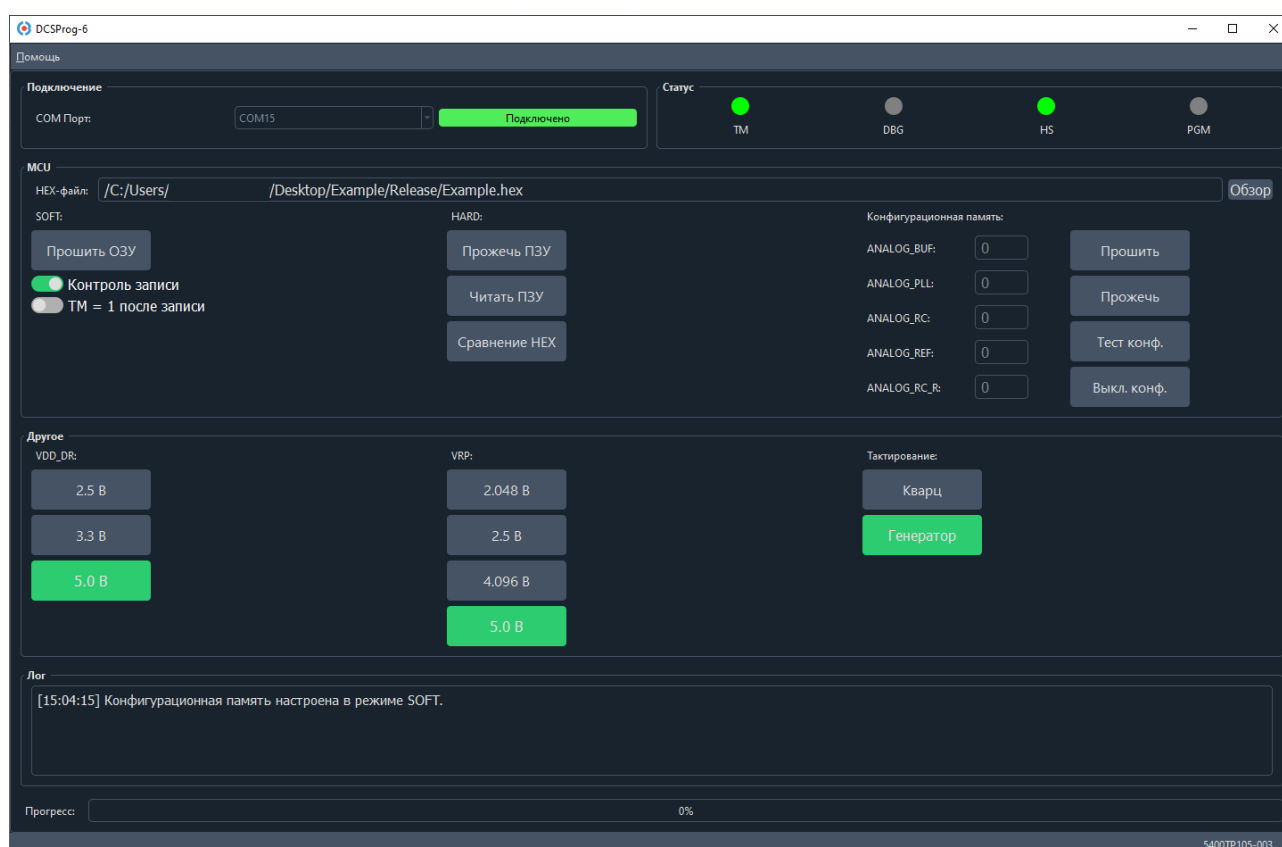


Рисунок 47. Окно программы после настройки в «SOFT» режиме

Для настройки конфигурационной памяти в режиме «HARD» необходимо ввести значения регистров в виде десятичного числа в соответствующее поле и нажать кнопку «Прошить». Если в поле ничего не введено, в регистр записываются нули и ничего не прожигается. В логах будет выведено «Конфигурационная память настроена в режиме HARD». После программирования конфигурационной памяти в режим «HARD» перепрошивка других значений в нее невозможна.

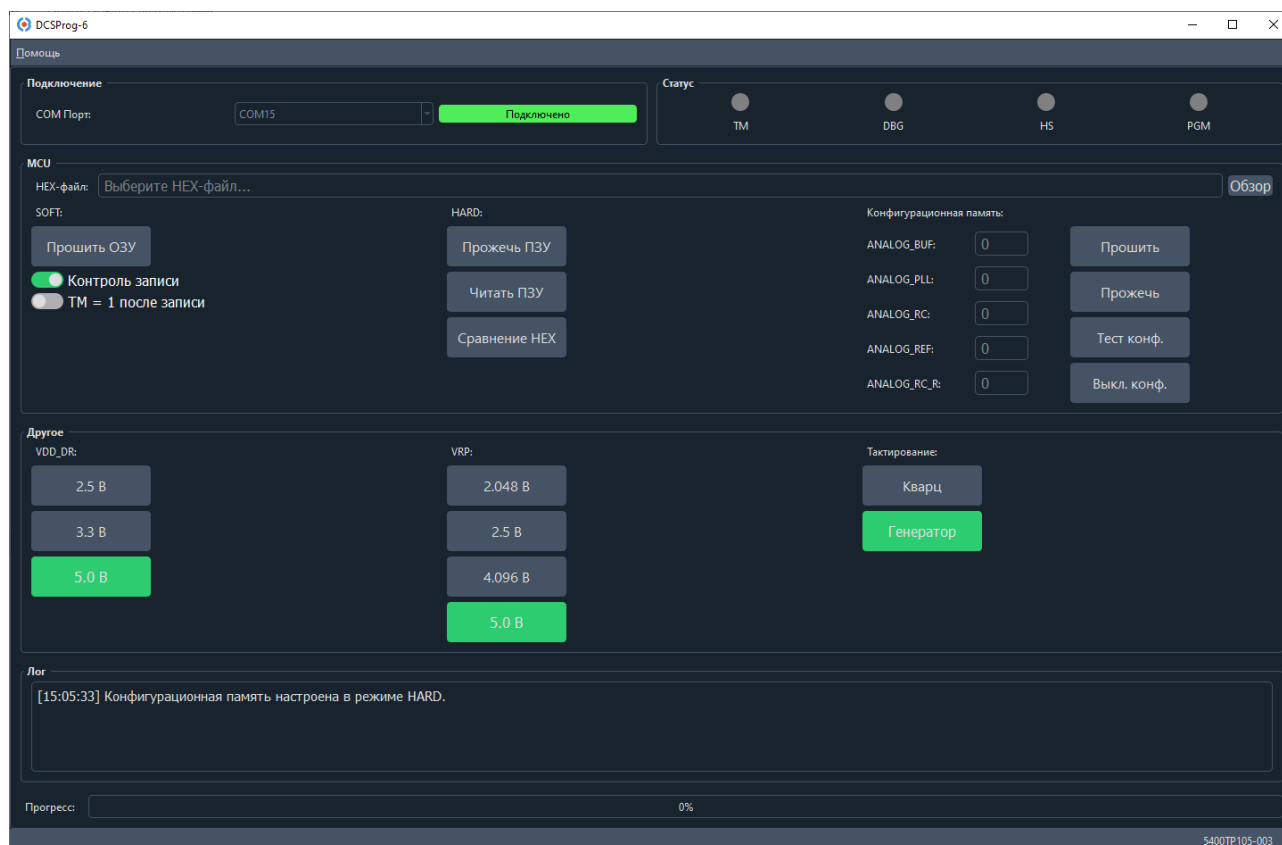


Рисунок 48. Окно программы после настройки в «HARD» режиме

После прожига можно проверить работу конфигурационной памяти в режиме «HARD», нажав на кнопку «Тест конф.» (TM = «1», H_S = «0»). Для выхода из режима проверки конфигурационной памяти в стандартный режим работы микросхемы (TM = «0», H_S = «0») нажмите кнопку «Выкл. конф.».

Программирование микросхемы в режиме отладки (режим «SOFT»)

Для программирования микросхемы в режиме отладки нужно загрузить файл конфигурации: нажать «Обзор» и выбрать необходимый файл (Рисунок 46, №3).

Путь к выбранному hex-файлу отобразится в строке «HEX-файл».

Для программирования микросхемы в режиме SOFT нажать «Прошить ОЗУ» (Рисунок 46, №4).

В ПО реализована функция «Контроль записи»: после загрузки прошивки в память микросхемы проводится верификация записанных данных для выявления адресов, в которых возникла ошибка записи (Рисунок 49).

После программирования в окне программы будет выведено «Микросхема запрограммирована в режиме SOFT» (Рисунок 50).

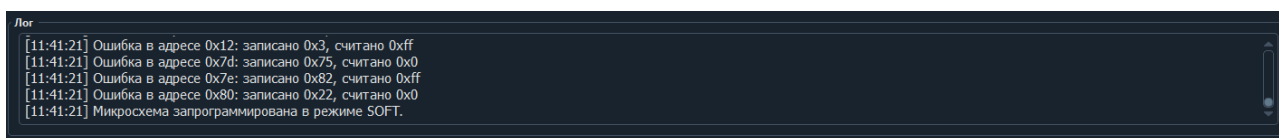


Рисунок 49. Ошибка при программировании в режиме «SOFT»

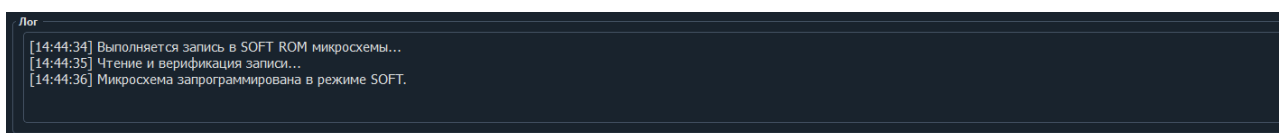


Рисунок 50. Сообщение об успешном программировании в режиме «SOFT»

Если после программирования необходимо оставить микросхему в тестовом режиме, установите флажок « $TM = 1$ после записи». Подробная информация о работе вывода TM приведена в разделе «Конфигурационная память (ANALOG_CFG)» документа «Спецификация 5400TP105-003».

В демонстрационной версии проекта Example.uvproj реализована программа с примером работы выводов GPIO. После успешного программирования микросхемы на отладочной плате будут мигать светодиоды VD1-VD4 (для платы КФЦС.441461.196) или VD7-VD10 (для платы КФЦС.441461.411).

Временная диаграмма работы программы представлена на рисунке ниже (Рисунок 51).

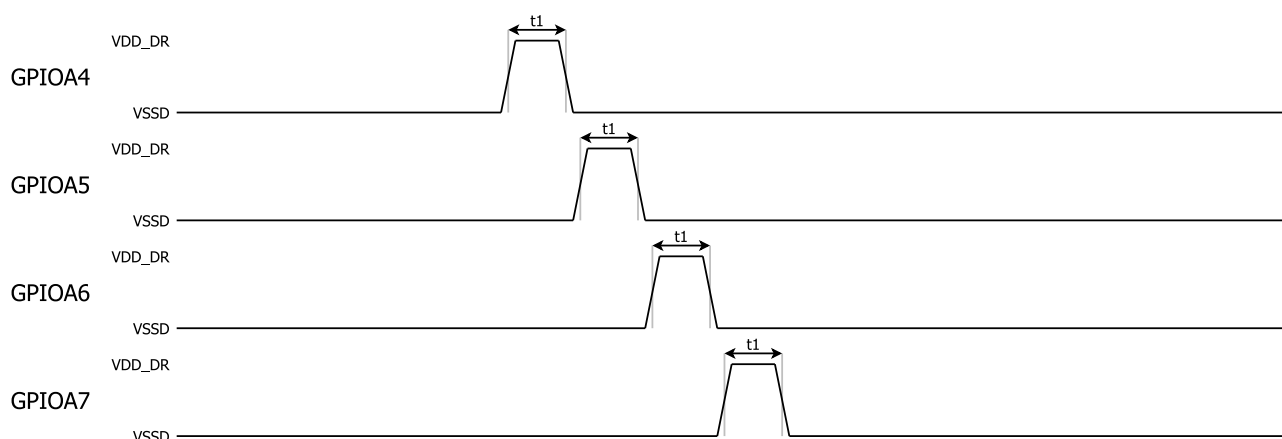


Рисунок 51. Временная диаграмма работы проекта Example.uvproj ($t_1 \approx 60$ мс)

Программирование микросхемы в режим финальной конфигурации (режим «HARD»)

Для программирования микросхемы в режиме «HARD» необходимо нажать «Прожечь ПЗУ» (Рисунок 46, №5). В открывшемся окне подтвердить программирование микросхемы – кнопка «Да» (Рисунок 52);

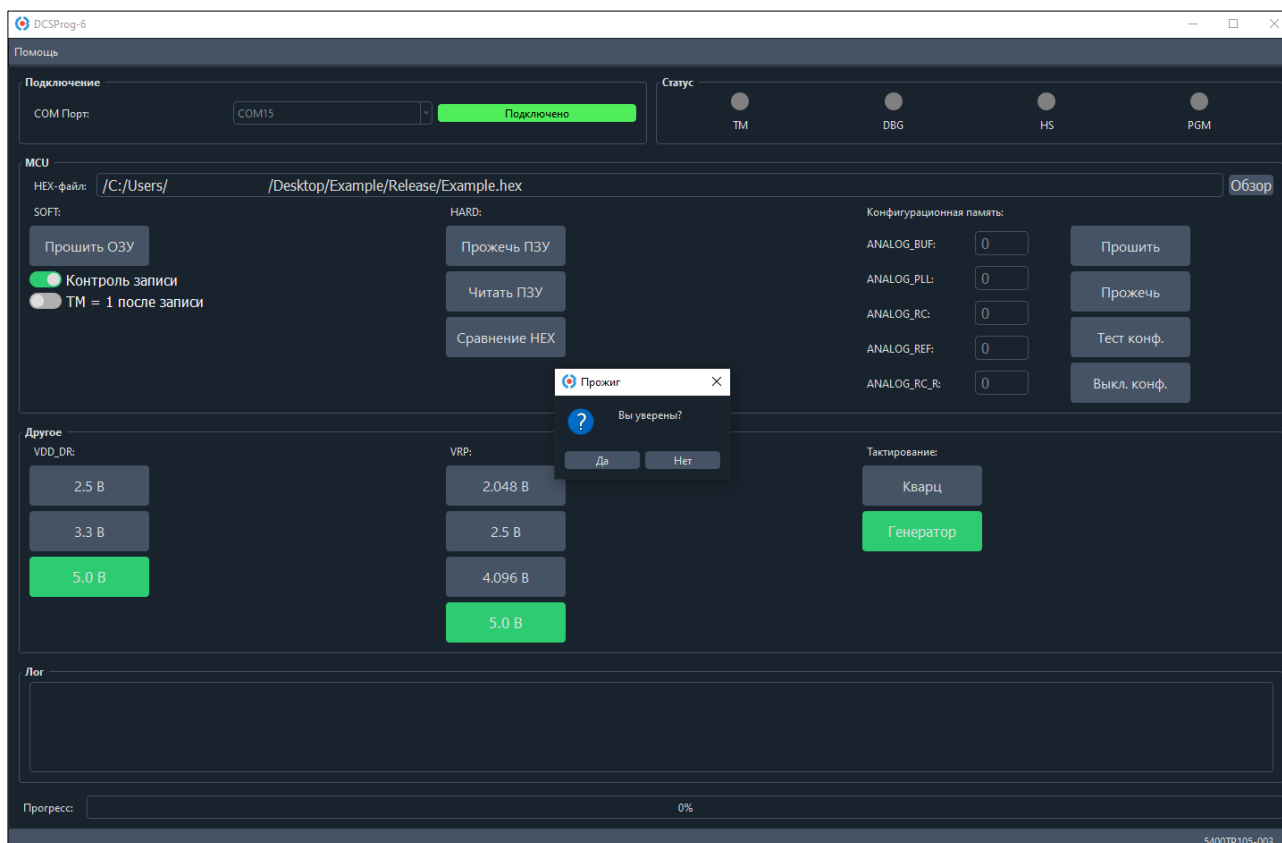


Рисунок 52. Программирование микросхемы в режим «HARD»

Примечание: прожиг объемной программы занимает длительное время. В момент прожига взаимодействие с программой DCSProg6.exe запрещено.

После загрузки прошивки в память микросхемы проводится верификация записанных данных для выявления адресов, в которых возникла ошибка записи (Рисунок 53).

После программирования в окне программы будет выведено «Микросхема запрограммирована в режиме HARD» (Рисунок 54). По завершению программирования произойдет автоматический программный сброс микроконтроллера по JTAG.

```
Лог
[12:57:55] Ошибка в адресе 0x7d: записано 0x75, считано 0xff
[12:57:55] Ошибка в адресе 0x7e: записано 0x82, считано 0x0
[12:57:55] Ошибка в адресе 0x7f: записано 0x0, считано 0xff
[12:57:55] Ошибка в адресе 0x80: записано 0x22, считано 0xff
[12:57:55] Микросхема запрограммирована в режиме HARD.
```

Рисунок 53. Ошибка записи в ПЗУ

```
Лог
[14:16:36] Выполняется прожиг ПЗУ...
[14:17:17] Чтение и верификация записи...
[14:17:18] Микросхема запрограммирована в режиме HARD.
```

Рисунок 54. Окно окончания программирования

После программирования в режиме «HARD» в качестве проверки верной записи данных можно считать их из однократно программируемого ПЗУ. Для этого необходимо нажать на «*Читать ПЗУ*» (Рисунок 46, №5). Считанные данные запишутся в файл Read_ROM_<time>.txt.

```
Лог
[13:01:53] ПЗУ микросхемы считано, результат находится в папке DCSProg6.
```

Рисунок 55. Считывание ПЗУ

В ПО реализована функция «*Сравнение HEX*»: программа сравнивает записанные данные из микросхемы с загруженным файлом (Рисунок 46, №3).

Настройка напряжения питания универсальных портов ввода-вывода

В ПО есть возможность настройки напряжения на выводе VDD_DR (положительное напряжение питания универсальных портов ввода-вывода микроконтроллера). По умолчанию на выводе VDD_DR установлено напряжение 5,0 В.

В пункте меню «VDD_DR» из списка выберите требуемое напряжение (Рисунок 46, №7).

После выбора напряжения программа выдаст информационное сообщение (Рисунок 56).

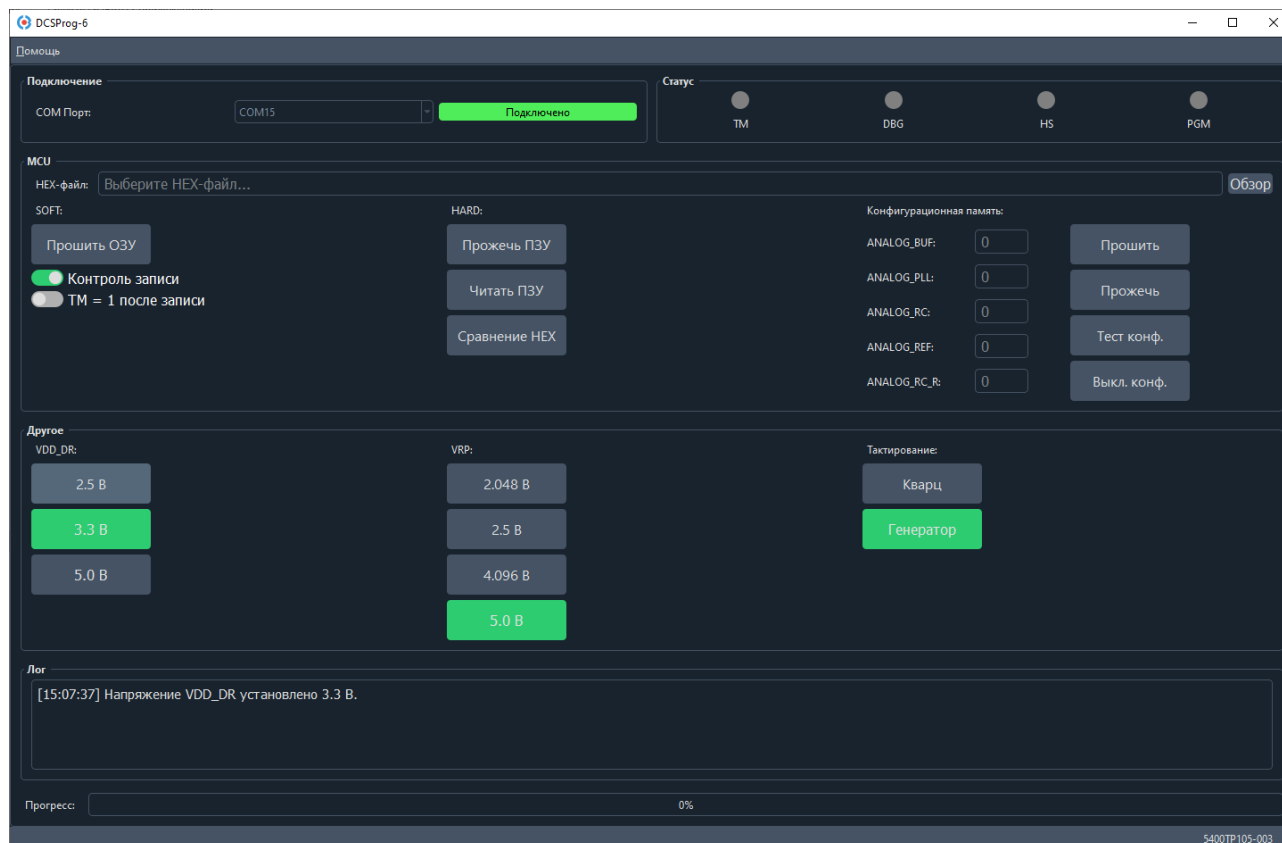


Рисунок 56. Результат успешного переключения напряжения на выводе VDD_DR

При отключении питания и повторном включении, напряжение на выводе VDD_DR установится по умолчанию (5,0 В).

Настройка напряжения опорного уровня АЦП, ЦАП

На отладочной плате реализована возможность подачи опорного напряжения на АЦП и ЦАП с помощью встроенного на плате источника, либо с внешнего источника. Для подачи опорного напряжения со встроенного источника соедините переключкой контакты 2-3 разъемов ХР10 (Рисунок 1, № 15), ХР12 (Рисунок 1, № 16) отладочной платы КФЦС.441461.196, ХР12 (Рисунок 4 №11), ХР14 (Рисунок 4, №12) отладочной платы КФЦС.441461.411.

В пункте меню «VRP» из списка выберите требуемое напряжение (Рисунок 46, №8).

После выбора напряжения программа выдаст информационное сообщение (Рисунок 57).

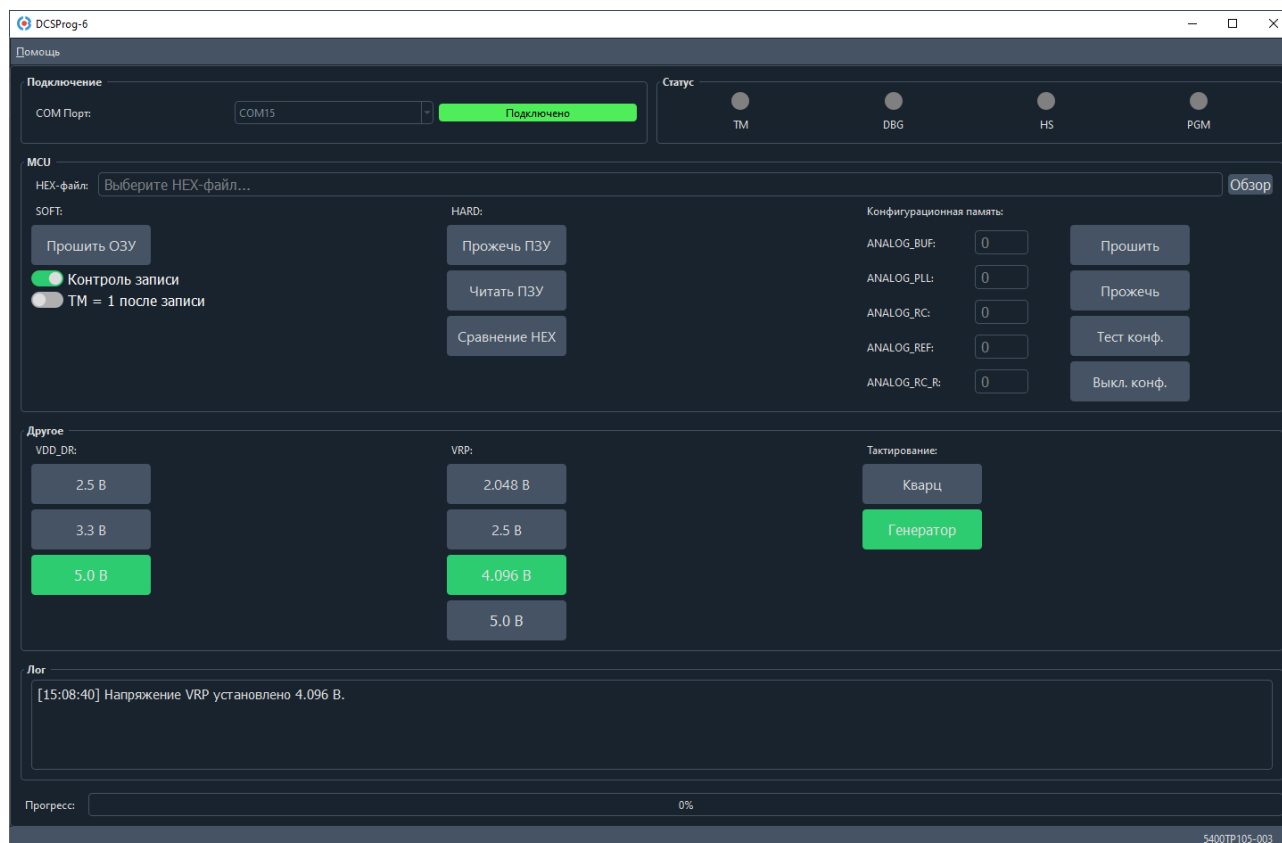


Рисунок 57. Настройка напряжения VRP

Настройка тактирования микросхемы

В отладочной плате КФЦС.441461.411 был убран переключатель между внешним тактированием микросхемы и кварцевым резонатором. Вместо этого реализован выбор источника тактирования в программе DCSProg6.

В окне «*Тактирование*» выберите требуемый источник тактирования микросхемы (Рисунок 46, №8): кварцевый резонатор с частотой 4 МГц или внешний генератор с частотой 8 МГц.

После выбора источника программа выдаст информационное сообщение (Рисунок 58).

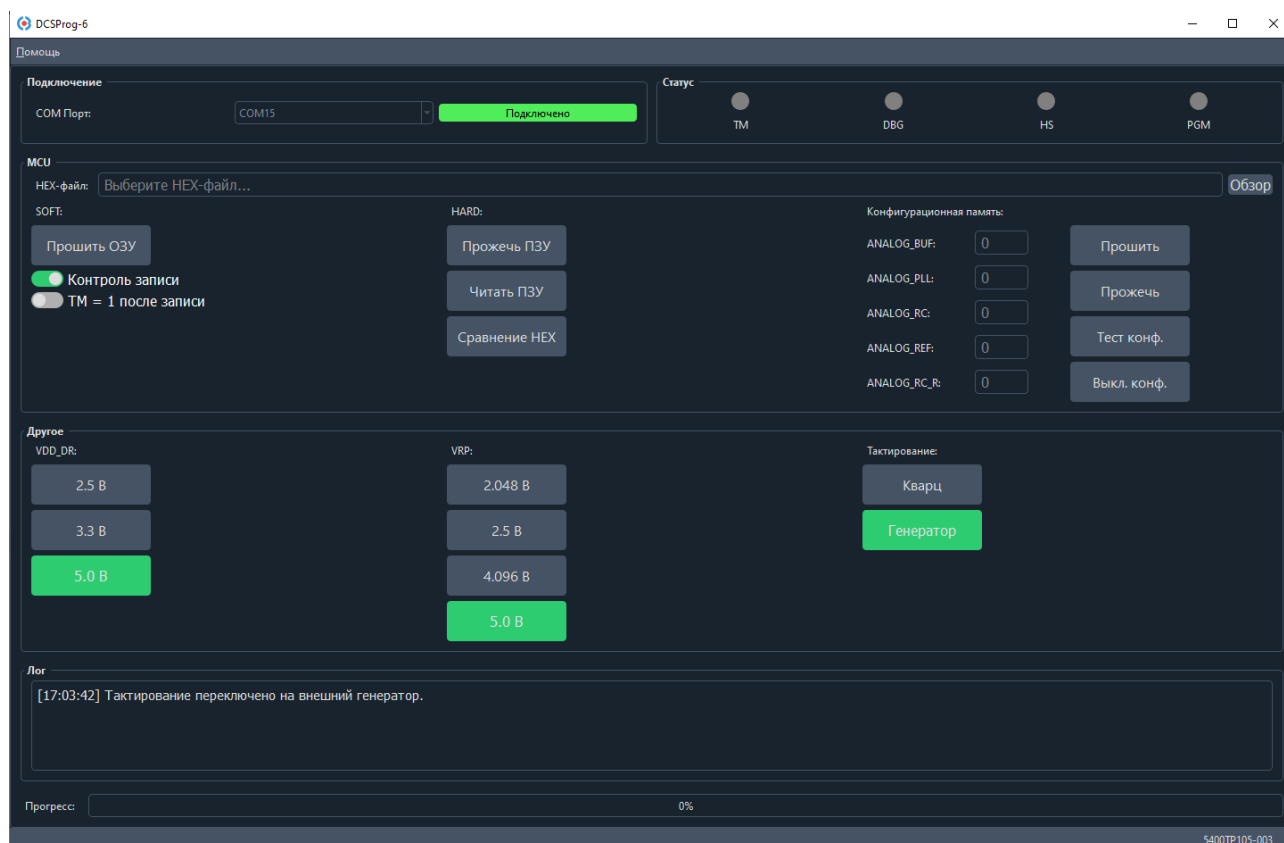


Рисунок 58. Выбор источника тактирования микросхемы

Информация об отладочном комплекте

Чтобы посмотреть информацию об отладочном комплекте нажмите «Помощь» → «Информация об отладочном комплекте».

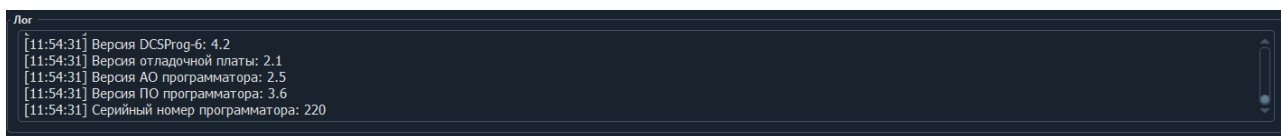


Рисунок 59. Информация об отладочном комплекте

Обновление программного обеспечения DCSProg

Для обновления ПО программатора необходимо:

1. Скачать новый архив DCSProg6 с сайта компании <https://dcsoyuz.ru> (раздел «Программное обеспечение») и извлечь данные на персональный компьютер;
2. Открыть программу DCSProg6.exe из скачанного архива и выполнить «Помощь» → «Обновить ПО» (Рисунок 60);

Программатор обновляет свою прошивку с помощью файла «prog_firmware.hex» из корневой директории архива.

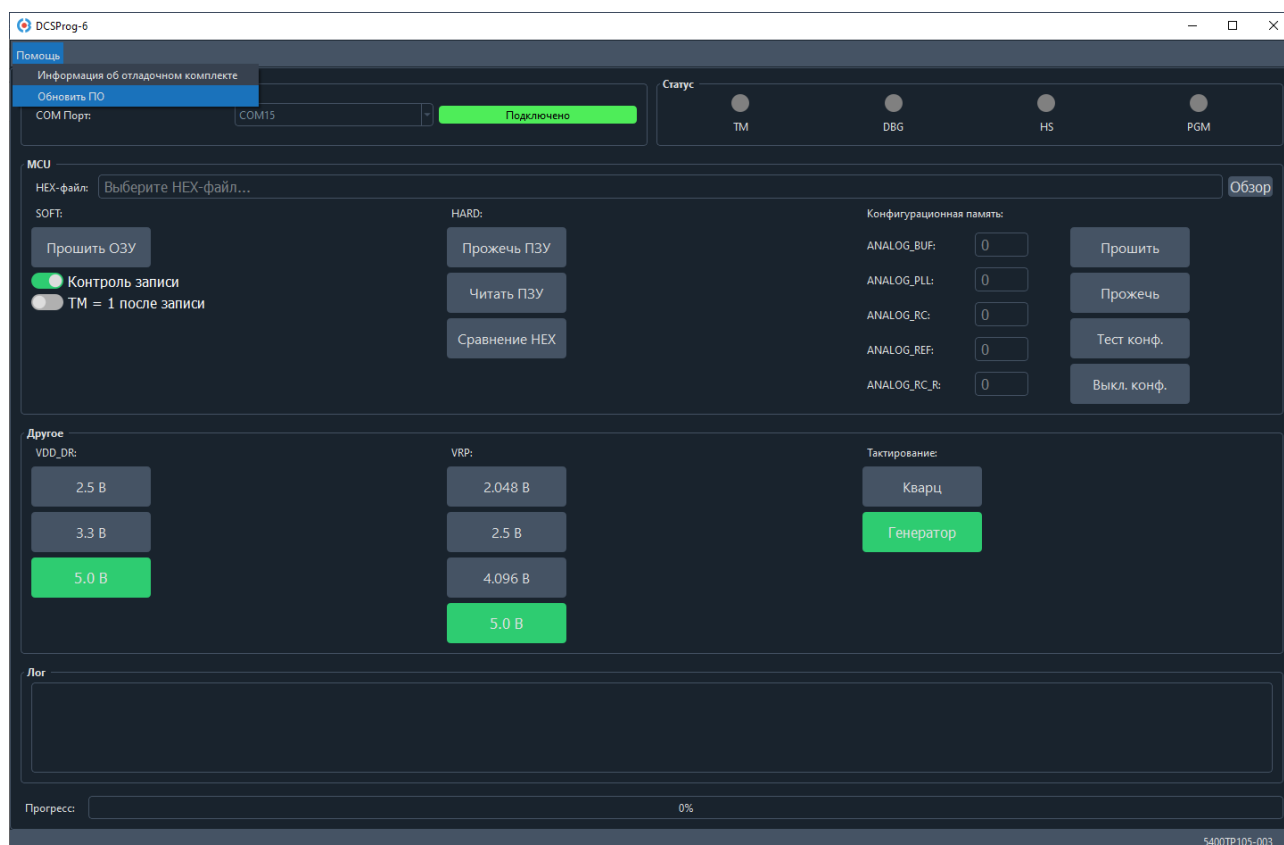


Рисунок 60. Меню обновления DCSProg6

3. Перезапустить приложение DCSProg6.exe.

