

Контроллеры ARMatura

© Dmitry Ponyatov <dponyatov@gmail.com>, SSAU ASCL

26 февраля 2013 г.

Оглавление

I	Введение	5
II	Железо	7
1	STM32VLDISCOVERY /STM32F100RBT6/	8
2	STM32F4DISCOVERY /SRM32F407VGT6/	9
3	ARMatura /STM32F417IGT/	11
4	PION /STM32F100C4T6B/	12
III	Первые шаги	13
5	Установка Keil MDK-ARM	14
6	blink	22
7	Hell Of World	23
IV	Средства разработки	24
8	Keil MDK-ARM	25
9	Компиляторы	26
9.1	GCC	26
9.2	KeilCC	26
9.3	IAR	26
10	IDE	27
10.1	Eclipse	27
10.2	Code::Blocks	27
10.3	gVim	27
10.4	Keil uVision	27
10.5	IAR	27

Оглавление	2
11 Программаторы	28
11.1 STlink	28
11.2 Serial Boot	28
12 Отладчики	29
12.1 JTAG	29
12.2 STM32 SWD	29
12.3 GDB	29
12.3.1 STlink gdbserver	29
12.3.2 OpenOCD	29
 V Основы языка C⁺⁺	 30
13 Синтаксис	31
14 Типы данных	32
15 Стандартная библиотека libc	33
 VI Отладка	 34
16 JTAG	35
17 GDB	36
18 OpenOCD	37
 VII CMSIS	 38
19 Startup	39
20 Стандартная библиотека STM32	40
21 USB client/host	41
 VIII Ядро Cortex-Mx	 42
22 Режимы ARM и Thumb	43
23 DMA	44
24 DSP /Cortex-M3/	45
25 FPU /Cortex-M4F/	46

Оглавление	3
IX Интерфейсы	47
26 USB	48
27 UART	49
28 SPI	50
29 I2C	51
30 CAN	52
X Операционные системы ОСРВ	53
31 Keil RTX	54
32 FreeRTOS	55
33 eCos	56
34 Linux	57
XI Стек TCP/IP	58
35 Ethernet	59
36 PPP	60
XII Типовые применения	61
37 GPS	62
37.1 Tripod15	62
37.2 WISMO228	62
38 GSM	63
38.1 WISMO228	63
39 шина Dallas 1Wire	64
39.1 RTC	64
39.2 Датчики температуры DS18x20	64

Оглавление	4
XIII Встраиваемый Linux	65
XIV Приложения	66
40 Сводная таблица процессоров	67
40.1 STM32F10x	67
40.1.1 STM32F100C4T6B	67

Часть I

Введение

Эта книга – набор методичек по разработке ПО для встраиваемых систем, написанных для Института космического приборостроения СГАУ.

Для применения в реальных проектах научной аппаратуры была разработана линейка унифицированных модулей:

1. ARMatura — модуль на мощном микропроцессоре STM32F417IGT: 1M Flash, 192K SRAM, TQFP176, DSP, FPU,.. 40

предназначен для использования в качестве центрального процессора цифровой системы: обработка данных, сложные алгоритмы управления, ЦОС, вычисления, реализация протоколов передачи данных по интерфейсам USB, Ethernet, RS232/UART, SPI, I2C, CAN,..

2. PION 4 — модуль на самом простом и дешевом STM32F100C4T6B: 128K Flash, 8K SRAM, UART, SPI 40.1.1

периферийный модуль для стыковки с аналоговыми датчиками и исполнительными устройствами, предварительная ЦОС обработка, передача данных на ARMatura-модули для дальнейшей обработки данных.

также модуль применим в качестве самостоятельного простого интерфейса при замене на чип STM32F103 с портом USB или установки внешних интерфейсных микросхем FT232RL (USB Serial), CP1202, MC1551 (CAN).

3. BACKPLANE — коммутационная плата межмодульного интерфейса
4. POWER — модуль импульсного источника питания
5. STEPPER — модуль управления двухфазным шаговым двигателем
6. WISMO — несущая плата для GPS/GSM модуля WISMO 228
7. QVGA — несущая плата для TFT touch-панели

В качестве базового микроконтроллера были выбраны чипы семейства STM32Fxxx с ядрами Cortex-M3, Cortex-M4F (ARM) как самые дешевые, и имеющие хорошую поддержку в виде отладочных плат линейки Discovery.

В общем, линейка модулей ARMatura может рассматриваться в качестве замены устаревшей линейки периферийных контроллеров Arduino на базе МК AVR8.

Проект размещен в репозитории <https://github.com/ponyatov/ARMatura.git> и предоставляется на условиях OpenHardware licence (за исключением прошивок и схем по тематике ИКП СГАУ).

Контакты разработчиков:

- ИКП СГАУ <semkin@ssau.ru>
- Дмитрий Понятов <dponyatov@gmail.com>

Часть II

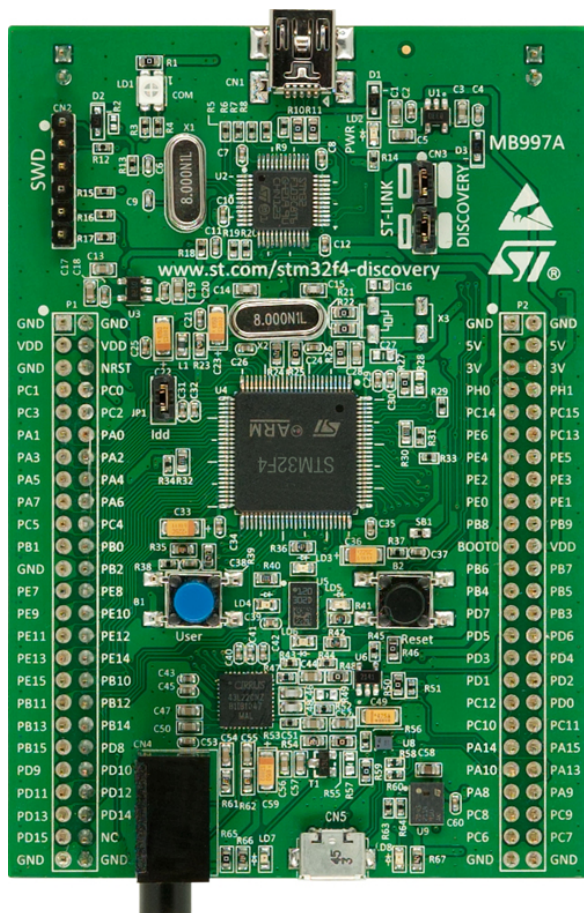
Железо

Глава 1

STM32VLDISCOVERY /STM32F100RBT6/

Глава 2

STM32F4DISCOVERY /SRM32F407VGT6/



- микроконтроллер STM32F407VGT6 на базе 32-битного ядра Cortex-M4F, 1 MB Flash, 192 KB RAM в корпусе LQFP100
- встроенный ST-LINK/V2 (только SWD) с возможностью использования в режиме внешнего программатора (с подключением по SWD для программирования и отладки)
- Board power supply: through USB bus or from an external 5 V supply voltage
- External application power supply: 3 V and 5 V

- LIS302DL, ST MEMS motion sensor, 3-axis digital output accelerometer
- MP45DT02, ST MEMS audio sensor, omni-directional digital microphone
- CS43L22, audio DAC with integrated class D speaker driver
- Eight LEDs: LD1 (red/green) for USB communication LD2 (red) for 3.3 V power on Four user LEDs, LD3 (orange), LD4 (green), LD5 (red) and LD6 (blue) 2 USB OTG LEDs LD7 (green) VBus and LD8 (red) over-current
- Two push buttons (user and reset)
- USB OTG FS with micro-AB connector
- Extension header for all LQFP100 I/Os for quick connection to prototyping board and easy probing

Глава 3

ARМatura /STM32F417IGT/

Глава 4

PION /STM32F100C4T6B/

Модуль PION предназначен для мелких задач управления, первичной обработки данных, стыковки с устройствами измерения и исполнительными устройствами, т.е. для тех задач, для которых ранее использовались микроконтроллеры Atmel AVR8.

процессор	STM32F100C4T6B	40.1.1
ROM	16K	
RAM	4K	
шина	AUTObus	
интерфейсы	UART	1
	SPI	1
	АЦП	10x12b
	ЦАП	2x12b
буфер	Parallel Flash	64K

Часть III

Первые шаги

Глава 5

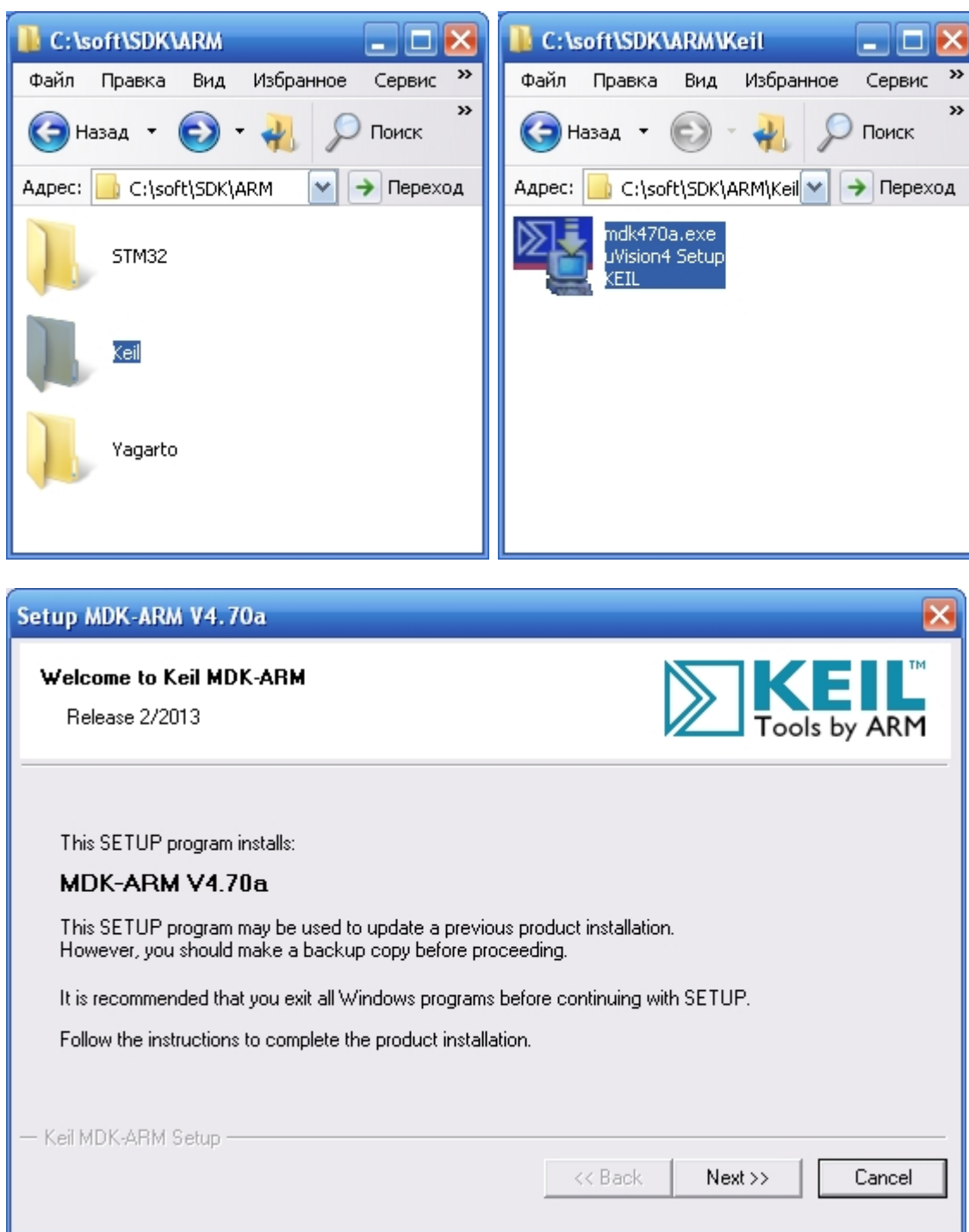
Установка Keil MDK-ARM

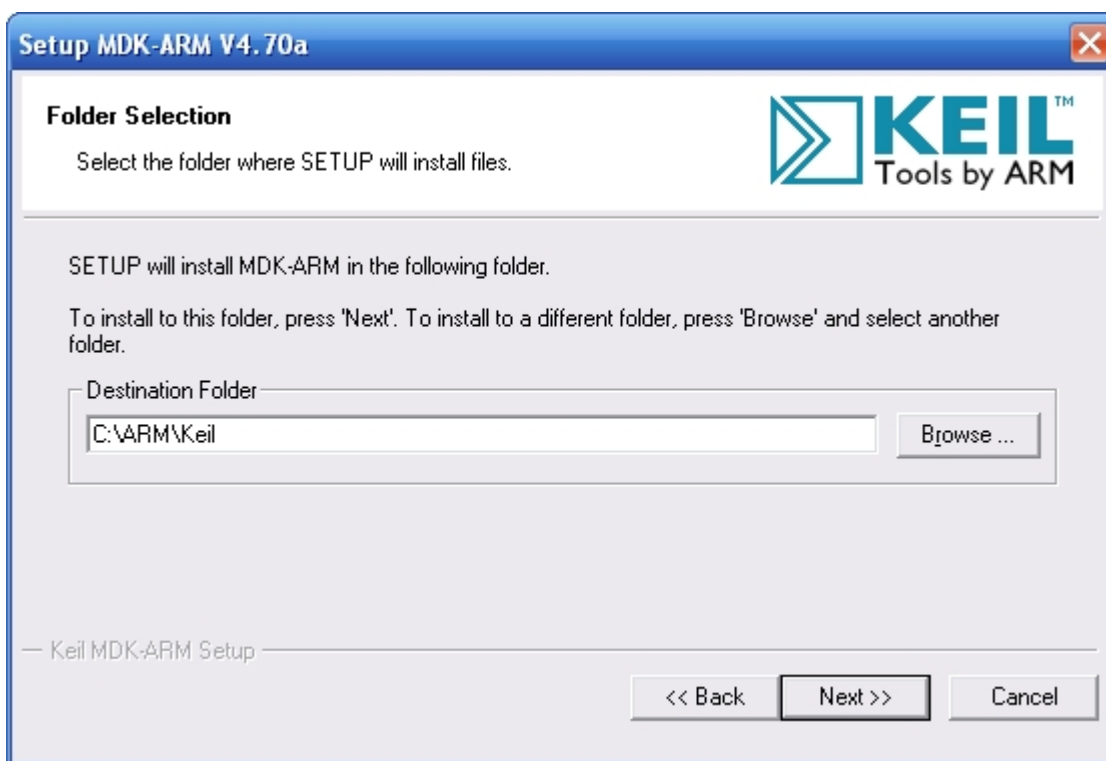
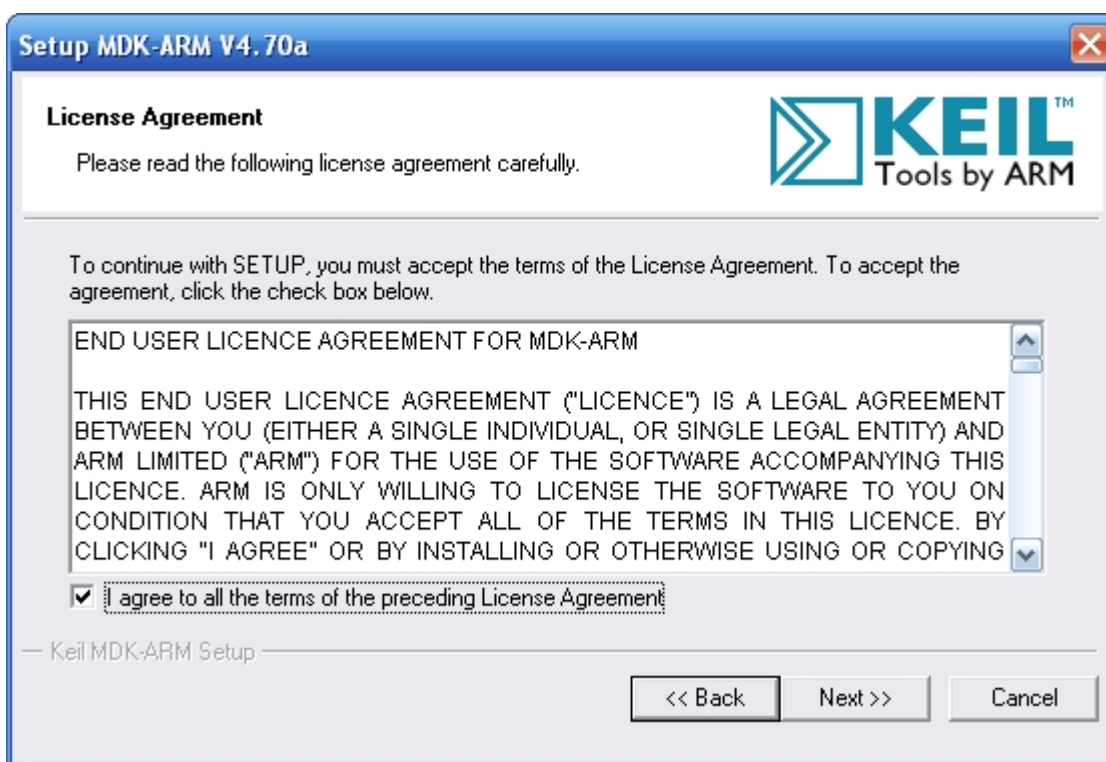


Для начала освоения программирования для ARM рекомендуем использовать бесплатный пакет от Keil: <http://www.keil.com/arm/mdk.asp> — ограничения бесплатной версии в 32K кода вполне достаточно для начального освоения программирования под процессоры семейства Cortex-Mx, а затем уже можно переползть на открытое ПО: GNU toolchain 9.1, Eclipse 10.1 и Linux XIII.


Процесс установки и первоначальной настройк описан в 8. В этом разделе будет рассмотрен только процесс установки и начальной настройки, подробно о пакете Keil MDK-ARM см.

Качаем пакет с официального сайта, заполнив анкету: <https://www.keil.com/demo/eval/arm.htm>.





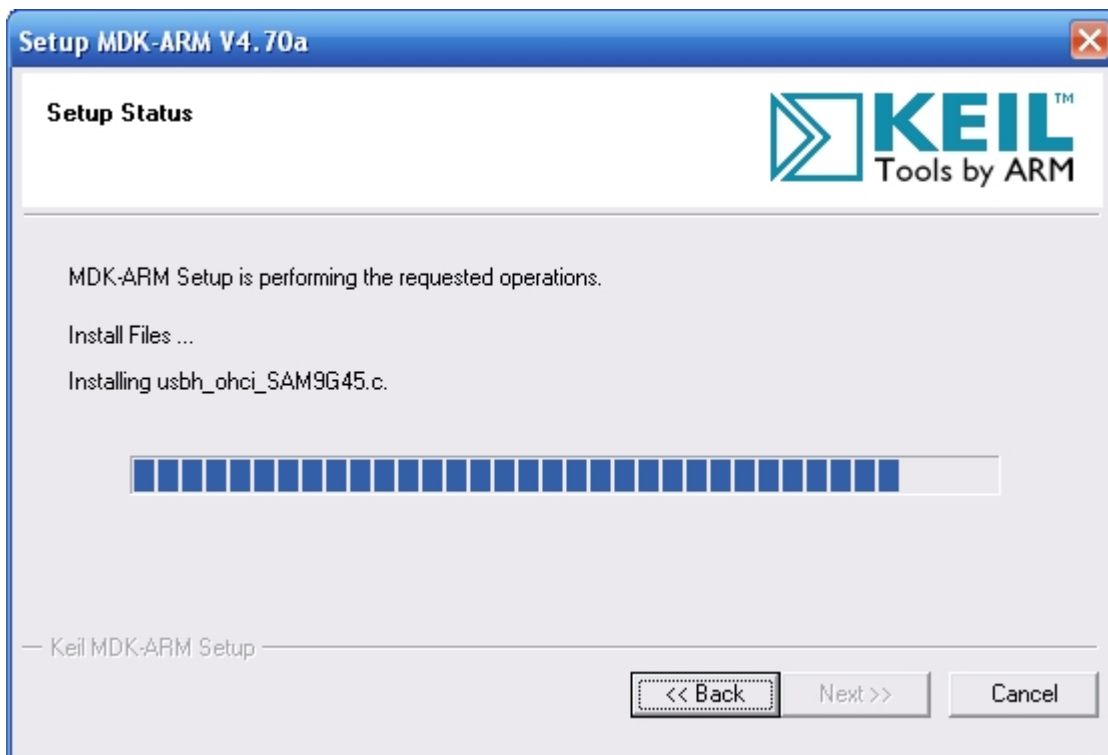
Пусть установки пакета



The screenshot shows the 'Setup MDK-ARM V4.70a' window with the 'Customer Information' tab selected. The window has a blue title bar and a KEIL logo in the top right. The main area is light gray and contains the following text and fields:

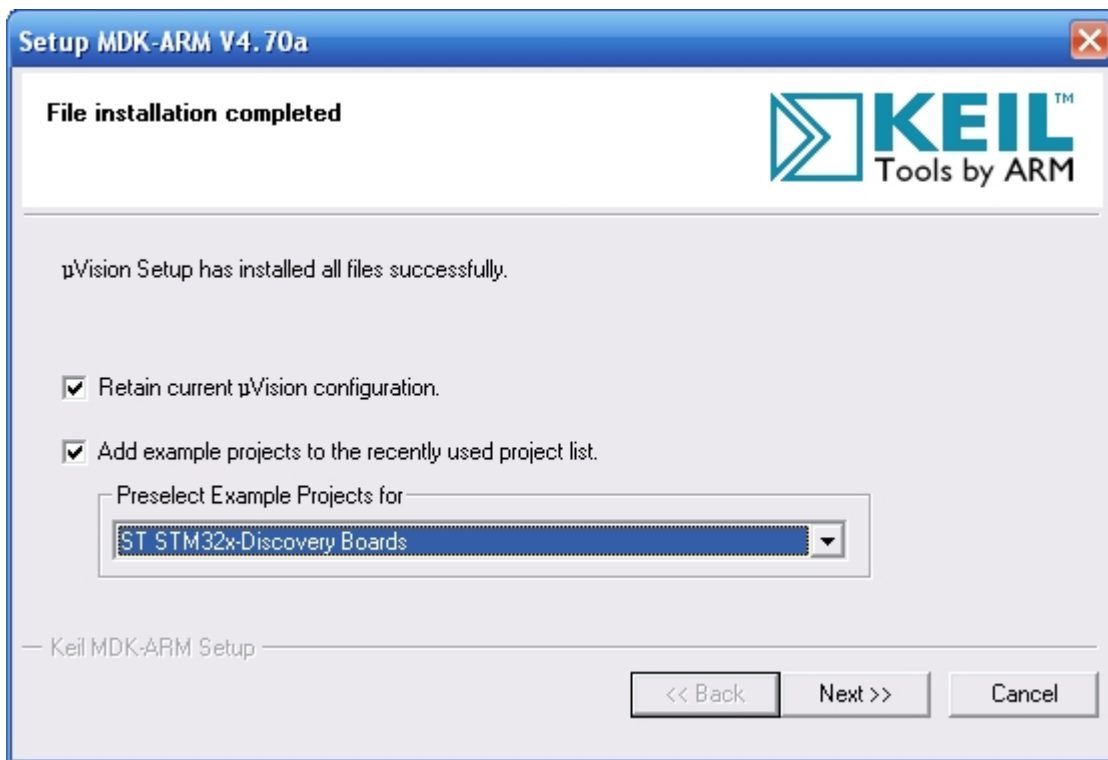
- Customer Information**
- Please enter your information.
- Please enter your name, the name of the company for whom you work and your E-mail address.
- First Name:
- Last Name:
- Company Name:
- E-mail:
- At the bottom, there are three buttons: '<< Back', 'Next >>', and 'Cancel'.

Личные данные: имя, название компании или hobbit, адрес электронной почты.

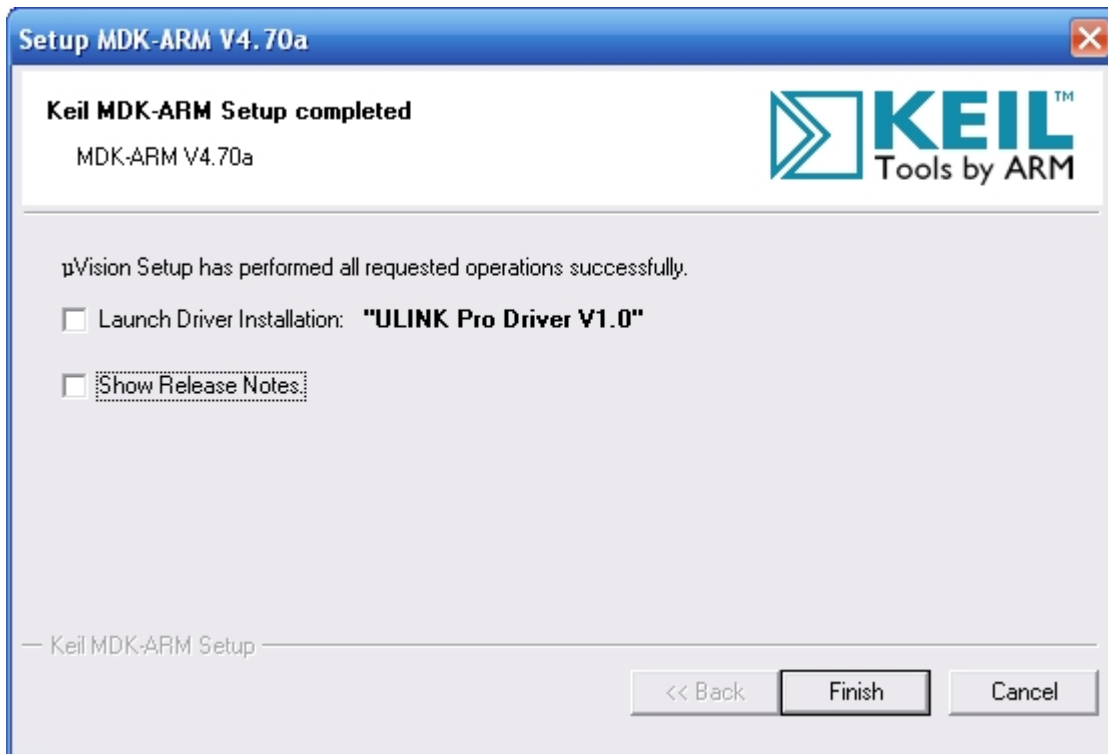


The screenshot shows the 'Setup MDK-ARM V4.70a' window with the 'Setup Status' tab selected. The window has a blue title bar and a KEIL logo in the top right. The main area is light gray and contains the following text and elements:

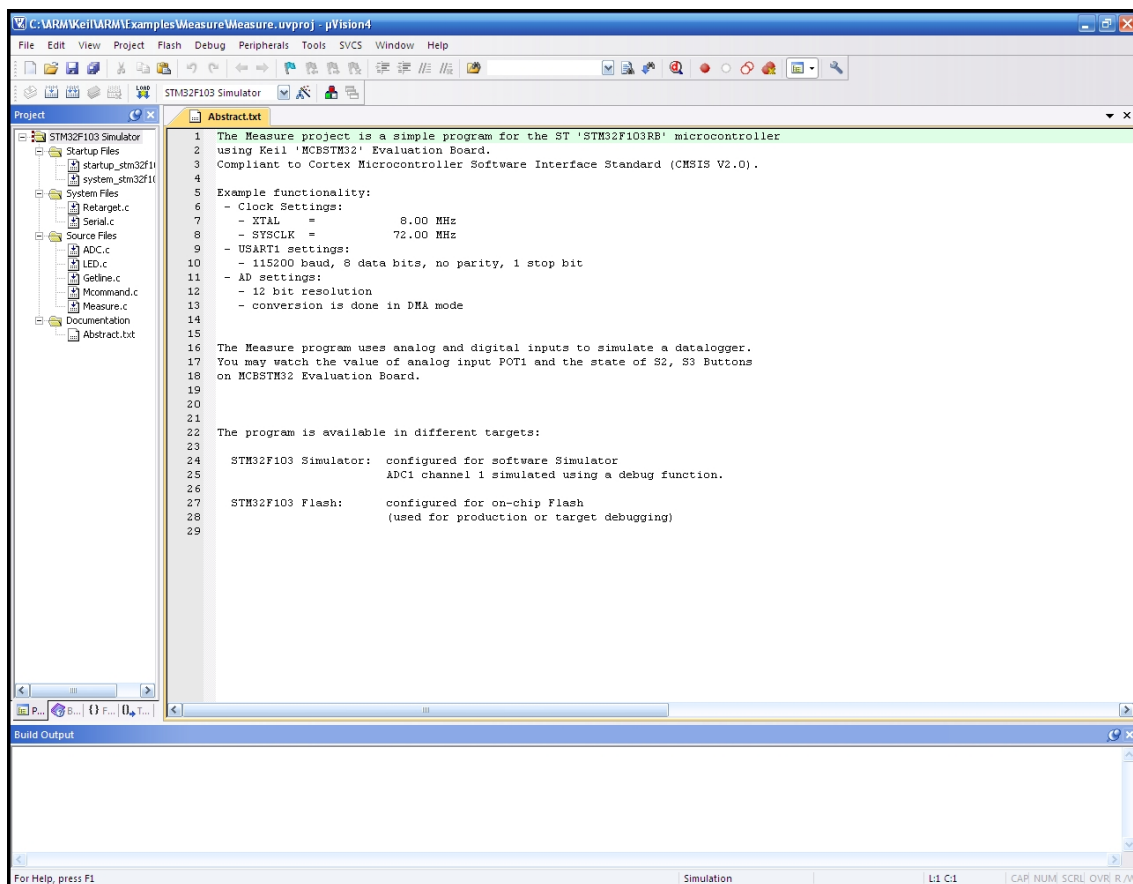
- Setup Status**
- MDK-ARM Setup is performing the requested operations.
- Install Files ...
- Installing usbh_ohci_SAM9G45.c.
- A progress bar is shown below the text, consisting of 20 blue segments, indicating the progress of the installation.
- At the bottom, there are three buttons: '<< Back', 'Next >>', and 'Cancel'.

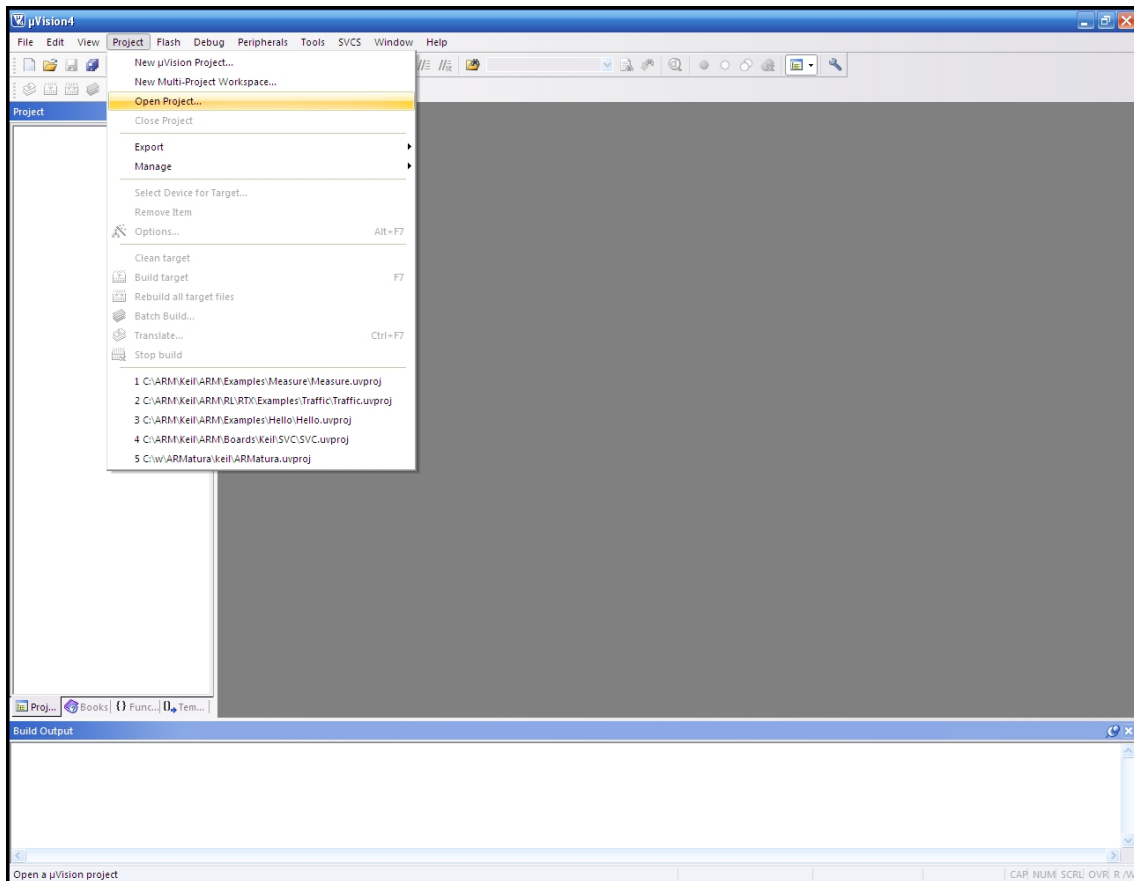
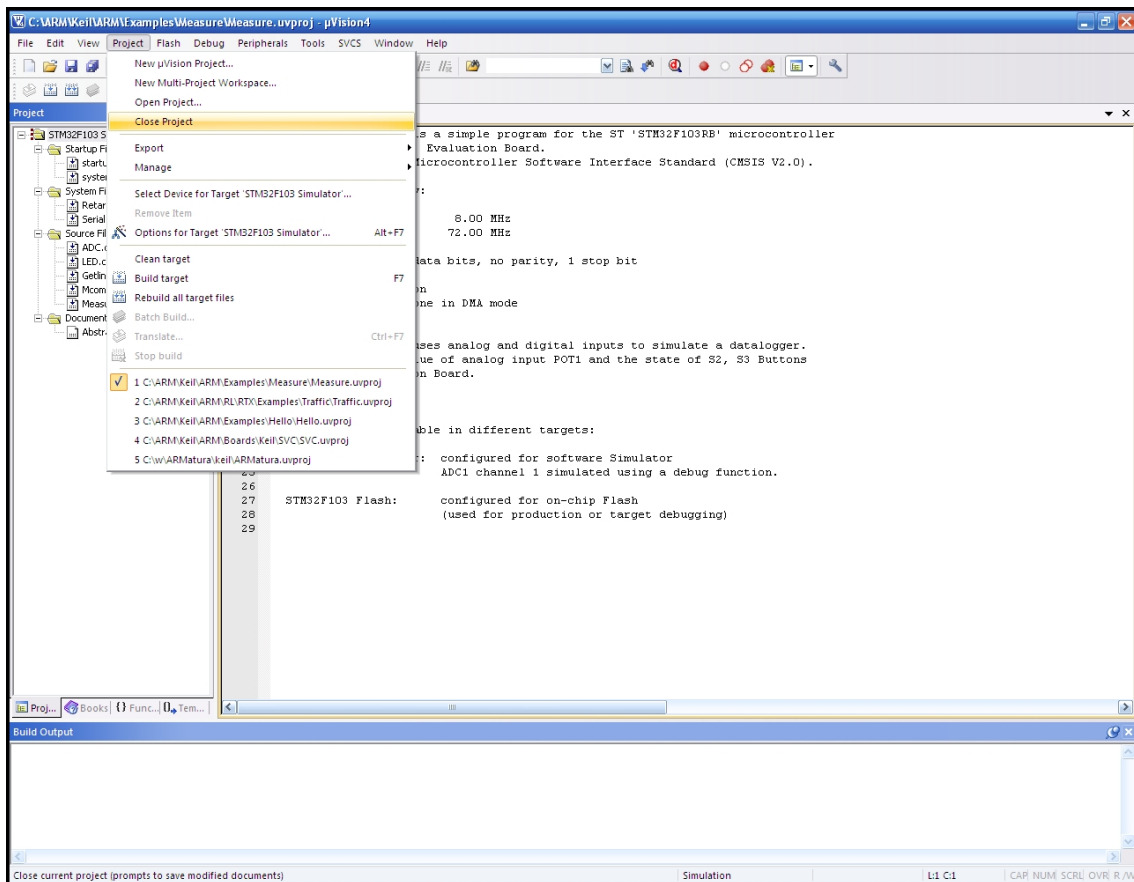


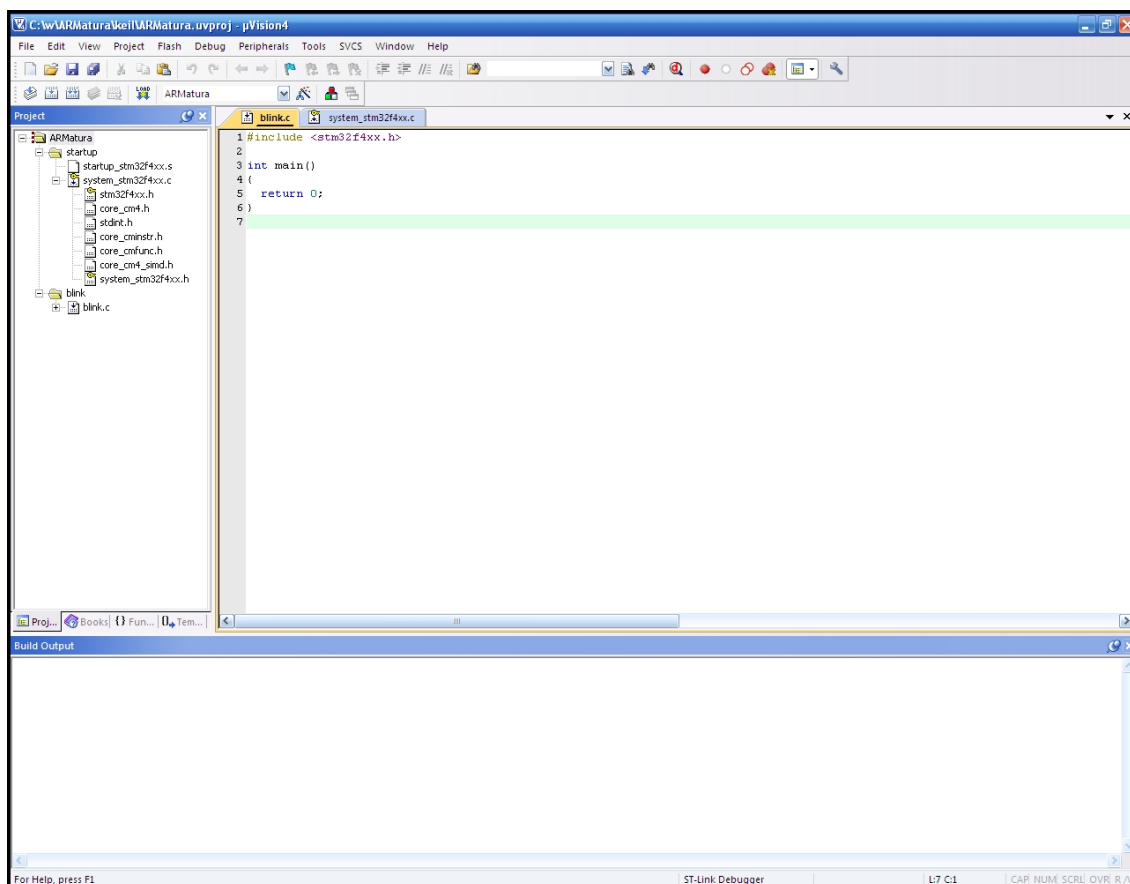
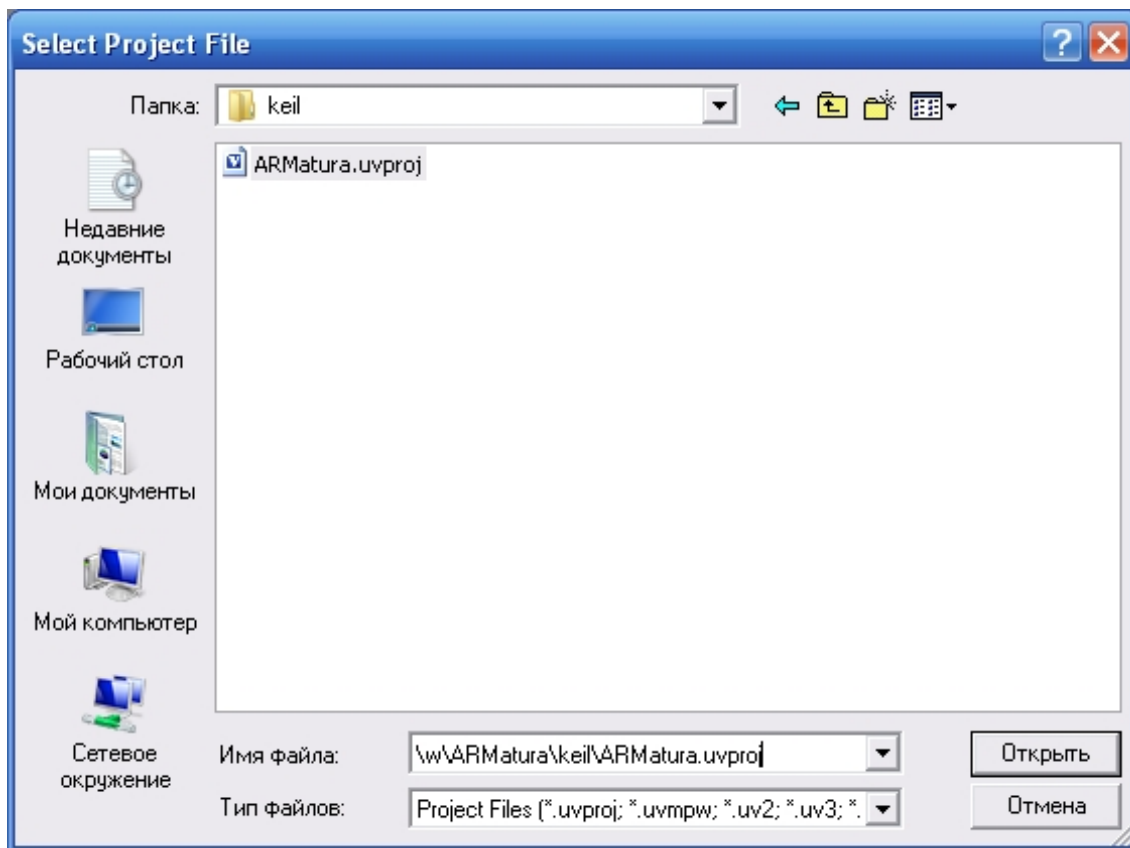
Укажите какие примеры кода добавить в список recently used project list: для работы с другими типами микропроцессоров выберите соответствующий раздел, или оставьте Simulation Hardware по умолчанию.



Снять установку драйвера программатора ULINK (если у вас его нет) и вывод текстового файла с последними изменениями Keil.







Глава 6

blink

Глава 7

Hell Of World

Часть IV

Средства разработки

Глава 8

Keil MDK-ARM



Для начала освоения программирования для ARM рекомендуем использовать бесплатный пакет от Keil: <http://www.keil.com/arm/mdk.asp> — ограничения бесплатной версии в 32K кода вполне достаточно для начального освоения программирования под процессоры семейства Cortex-Mx, а затем уже можно переползть на открытое ПО: GNU toolchain 9.1, Eclipse 10.1 и Linux XIII.

Процесс установки и первоначальной настройк описан в 8.

Глава 9

Компиляторы

9.1 GCC

9.2 KeilCC

9.3 IAR

Глава 10

IDE

10.1 Eclipse

10.2 Code::Blocks

10.3 gVim

10.4 Keil uVision

10.5 IAR

Глава 11

Программаторы

11.1 STlink

11.2 Serial Boot

Глава 12

Отладчики

12.1 JTAG

12.2 STM32 SWD

12.3 GDB

12.3.1 STlink gdbserver

12.3.2 OpenOCD

Часть V

Основы языка C^{++}

Глава 13

Синтаксис

Глава 14

Типы данных

Глава 15

Стандартная библиотека libc

Часть VI

Отладка

Глава 16

JTAG

Глава 17

GDB

Глава 18

OpenOCD

Часть VII

CMSIS

Глава 19

Startup

Глава 20

Стандартная библиотека STM32

Глава 21

USB client/host

Часть VIII

Ядро Cortex-Mx

Глава 22

Режимы ARM и Thumb

Глава 23

DMA

Глава 24

DSP /Cortex-M3/

Глава 25

FPU /Cortex-M4F/

Часть IX

Интерфейсы

Глава 26

USB

Глава 27

UART

Глава 28

SPI

Глава 29

I2C

Глава 30

CAN

Часть X

Операционные системы ОСРВ

Глава 31

Keil RTX

Глава 32

FreeRTOS

Глава 33

eCos

Глава 34

Linux

подробно рассмотрен в отдельном разделе [XIII](#)

Часть XI

Стек TCP/IP

Глава 35

Ethernet

Глава 36

РРР

Часть XII

Типовые применения

Глава 37

GPS

37.1 Tripod15

37.2 WISMO228

Глава 38

GSM

38.1 WISMO228

Глава 39

шина Dallas 1Wire

39.1 RTC

39.2 Датчики температуры DS18x20

Часть XIII

Встраиваемый Linux

Часть XIV

Приложения

Глава 40

Сводная таблица процессоров

	ядро Cortex-	MHz	Flash	SRAM	корпус LQFP	USB	UART	SPI	CAN
STM32F100C4T6B	M3	24	16K	4K	48		2	1	
STM32F100RBT	M3	24	128K	8K	100		1		
STM32F103RBT	M3				100	1	1		
STM32F407VGT	M4F	168	1M	192K	144	2	6		2
STM32F407IGT	M4F	168	1M	192K	176	2	8		2
STM32F427IIT	M4F	168	2M	256K	176	2	8		2

40.1 STM32F10x

40.1.1 STM32F100C4T6B

Ядро	Cortex-M3
Flash	16K
SRAM	4K
16-битные таймеры	6
таймеры ШИМ	3
RTC	да
UART	2
SPI	1
I2C	1
DMA	1 канал
АЦП	10x12 бит
ЦАП	2x12 бит
корпус	LQFP48