STM32 Discovery – стартовый набор разработчика ARM Cortex M3 со встроенным программатором

Андрей Курниц (г. Брест, Белоруссия)

В статье представлен отладочный набор на базе микроконтроллера ARM Cortex M3. Приведены краткие технические характеристики микроконтроллера, лежащего в основе набора. Показано, как получить бесплатное программное обеспечение для программирования на языке Си, как написать первое приложение и как заставить его выполняться на данном отладочном наборе. Проиллюстрирован процесс отладки приложения и рассмотрены альтернативные способы загрузки прошивки в целевой микроконтроллер.

Набор STM32 Discovery

В начале 2011 г. на российском рынке появился отладочный набор STM32 Discovery производства компании STMicroelectronics. Набор предназначен для изучения и освоения 32-разрядных микроконтроллеров популярного семейства ARM Cortex M3. Семейство ARM Cortex M3 предлагается осваивать на базе микроконтроллера STM32F100RBT6B производства STMicroelectronics, основные характеристики которого приведены в таблице 1. Особенностью набора является его низкая цена. На момент написания статьи она составляла 300 – 400 руб. [1]. Что же включает в себя набор при такой заманчивой цене?

Отладочный набор STM32 Discovery (см. рис. 1) состоит из упакованной платы. Все выводы общего назначения этой мезонинной платы плюс цепи питания и сброса выведены в виде штырьков (62 штырька) с шагом 2,54 мм по её периметру (см. рис. 2). Это позволяет встроить плату в прототип своего устройства, выполненного на макетной плате с шагом отверстий 2,54 мм.

Кроме микроконтроллера, плата содержит программатор/отладчик ST-LINK (см. рис. 3). Это позволяет приступить к отладке первого приложения, не приобретая дополнительных устройств для программирования и отладки. Для начала работы понадобится лишь персональный компьютер и кабель USB-MicroUSB.

Большим преимуществом является возможность использования программатора/отладчика ST-LINK, входящего в состав STM32 Discovery в качестве самостоятельного устройства для про-

Таблица 1	. Характеристики	микроконтроллера	STM32F100RBT6E
-----------	------------------	------------------	----------------

Параметр	Значение
Ядро	Cortex M3
Максимальная тактовая частота, МГЦ	24
Максимальная производительность, DMIPS	28,8
Флэш-память, Кб	128
ОЗУ, Кб	8
Количество выводов общего назначения (GPIO)	51
Количество таймеров/счётчиков	7
Количество модулей SPI	2
Количество модулей I ² С	2
Количество модулей USART	3
Количество 12-битных модулей АЦП	1 (16 каналов)
Количество 12-битных модулей ЦАП	2 (по 2 канала)
Напряжение питания, В	2,03,6
Корпус	LQFP64
Рабочий температурный диапазон	-4085°C

Таблица 2. Среды разработки для микроконтроллеров ARM Cortex M3

Производитель среды разработки	Название среды	Используемый компилятор	Фирменный отладчик	Поддержка встроенного отладчика ST-LINK
IAR Systems®	EWARM (IAR $^{\!$	IAR C/C++	J-Link	Да
Hitex Development Tools	Hitop	TASKING	Tantino	Нет
Raisonance	Ride (Raisonance integrated development environment)	ARM-GCC	RLink	Нет
Keil™, an ARM® Company	RVMDK (RealView® microcontroller development kit)	ARMCC	ULINK	Да
Atollic AB	Atollic TrueSTUDI0®	ARM-GCC	ST-LINK	Да





Рис. 1. Внешний вид набора STM32 Discovery в упаковке

граммирования и отладки других устройств на базе микроконтроллеров семейства STM32. Для этого на плате предусмотрен четырёхконтактный разъём SWD и перемычки, с помощью которых можно выбрать, какой микроконтроллер отлаживать – внешний или установленный на плате.

Выбор среды разработки

Следует отметить, что при выборе отладочного набора STM32 Discovery в качестве аппаратной базы разработчику предоставляется богатый выбор средств разработки [4], информация о которых сведена в таблицу 2.

Исходя из принципа «бюджетности», чтобы не тратить средства на покупку отдельного отладчика, следует выделить из таблицы те среды разработки, которые поддерживают встроенный в

STM32 Discovery отладчик ST-LINK. К

таковым относятся продукты компа-

Рис. 2. Расположение основных элементов на плате

ний IAR, Keil и Atollic. Все вышеупомянутые среды разработки являются коммерческими продуктами, и их полноценные версии стоят больших денег. Однако каждый производитель предлагает ознакомиться со своим продуктом, скачав с официальной интернетстраницы [5, 6] его бесплатную пробную версию. И если в средах от IAR и Keil существует ограничение на размер итогового файла прошивки (32 кбайт) или ограничение по времени работы, то в пробной версии среды разработки TrueSTUDIO Lite компании Atollic отсутствуют ограничения как по времени пользования, так и на размер создаваемого файла прошивки [7]. Именно этот факт сыграл ключевую роль в выборе автором конкретной среды разработки. Кроме того, среда разработки TrueSTUDIO Lite выполнена на основе популярной среды разработки приложений для персональных компьютеров Eclipse.

Хотя пробная версия TrueSTUDIO Lite и допускает создание полноценных приложений для микроконтроллеров серии STM32, тем не менее, она имеет ряд ограничений:

47



Рис. 3. Функциональная схема платы

Atollic TrueSTUDIO(R) STM32 Lite Setup	
License Registration Please register your copy of Atollic TrueSTUDIO(R) STM32 Lite	
Your computer id is:	
Please register your computer id at http://www.atollic.com/index.php/registration form will be opened automatically). An installation key will the immediately. Copy the installation key from the e-mail and paste it here:	gisterlite (the in be e-mailed to you
< Back	Cancel

Рис. 4. Форма для ввода инсталляционного ключа

B Register Lite vers	sion ×	X
→ C 🛇 ₩	wv.atollic.com/index.php/registerlite	3
First name	Ivan	
Last name	Ivanov	
E-mail	andy1982@tut.by	
Company	ooo MMM	
Address	-	
Postal code	604158	
City	Moscow	1
State	-	1
Phone	+7518822482	1
Country	Russian Federation	
Customer type	Personal use	
Computer id	DHHBDPKOIEPAHINMHAEFPAKGNMLIOKNEBPGNNPMMEMNGBOFOAPHJ BDKEANGNNNLB	
(from installer)	LKLPFNJIIFNPGC	
		:
	Register	
	III	>

- отсутствует поддержка языка С++ (только Си и ассемблер);
- отсутствует возможность интеграции с системой контроля версий;
- отладчиком поддерживается всего одна точка останова (break point) и др.

УСТАНОВКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Чтобы создать первое приложение, прежде всего, необходимо скачать последнюю версию среды TrueSTUDIO Lite с официальной интернет-страницы компании Atollic [8]. На момент написания статьи это была версия v2.1.0 от 2011.05.03. Дальнейшее изложение основано на работе именно с этой версией.

Чтобы пользоваться средой TrueS-TUDIO Lite, её необходимо бесплатно зарегистрировать. Для этого после запуска скачанного инсталляционного файла мастер установки сгенерирует уникальный номер вашего компьютера – Computer id (см. рис. 4) – и откроет в веб-браузере страницу регистрации, где следует ввести адрес электронной почты и уникальный номер компьютера, полученный на предыдущем этапе установки (см. рис. 5).

После заполнения страницы регистрации появится сообщение об успешной регистрации продукта. На почтовый ящик придёт письмо от service@atollic.com, содержащее инсталляционный ключ (Installation key), который следует ввести в нижнее поле формы (см. рис. 6).

В процессе установки среды появится окно с предложением установить драйвер для ST-LINK, который понадобится для работы со встроенным в STM32 Discovery отладчиком. Эту настройку следует оставить включённой.

Создание первого приложения

Создадим простейшее приложение на языке Си, которое будет выполняться на плате STM32 Discovery. Сразу после запуска среды Atollic TrueSTUDIO Lite пользователю предлагается выбрать местоположение так называемого рабочего пространства (*Workspace*) (см. рис. 7). По большому счёту, рабочее пространство определяет папку на компьютере, в которой будут создаваться несколько взаимосвязанных проектов и приложений. Оставим местоположение рабочего пространства без изменений. Далее загрузится непосредственно среда разработки, но текущее рабочее пространство не содержит ни одного проекта, поэтому его необходимо создать. Для этого следует выбрать пункт меню *File* $\rightarrow New \rightarrow C$ *Project*. В появившемся диалоге (см. рис. 8) следует выбрать тип проекта (*Project type*) STM32 C Project и ввести название проекта (*First_Application* в нашем случае).

Следующий диалог позволяет выбрать аппаратную платформу, для которой будет разрабатываться приложение (см. рис. 9). Из списка *Evaluation Board* следует выбрать STM32_Discovery. Остальные настройки установятся автоматически в соответствии с выбранной платой разработчика. Далее последует выбор отладчика, но версия TrueSTU-DIO Lite поддерживает только отладчик ST-LINK, поэтому можно завершить работу мастера нажатием *Finisb*.

Сразу же после создания проекта автоматически выполнится его сборка (см. рис. 10). О безошибочной сборке свидетельствует сообщение *Build complete for project First_Application*. В результате сборки мы получили файл прошивки с расширением *.*elf*, который в нашем случае расположен по адресу C:\Documents and Settings\Andrey_K\Atollic\TrueSTUDIO\STM32_work space\First_Application\Debug\First_Application.elf. Теперь этот файл можно

ease register your copy of Atollic TrueSTUDIO(R) STM32 Lite pur computer id is: DHHBDPKOIEPAHINMHAEFPAKGNMLIOKNEBPGNNPMMEMNGBOFOAPHJBDKEANGNNN .KLPFNJIIFNPGC ease register your computer id at http://www.atollic.com/index.php/registerlite (the .gistration form will be opened automatically). An installation key will then be e-mailed	
our computer id is: DHHBDPKOIEPAHINMHAEFPAKGNMLIOKNEBPGNNPMMEMNGBOFOAPHJBDKEANGNNN .KLPFNJIIFNPGC ease register your computer id at http://www.atollic.com/index.php/registerlite (the :gistration form will be opened automatically). An installation key will then be e-mailed	LB 🔨
DHHBDPKOIEPAHINMHAEFPAKGNMLIOKNEBPGNNPMMEMNGBOFOAPHJBDKEANGNNN .KLPFNJIIFNPGC ease register your computer id at http://www.atollic.com/index.php/registerlite (the :gistration form will be opened automatically). An installation key will then be e-mailed	LB 📩
DHHBDPKOIEPAHINMHAEFPAKGNMLIOKNEBPGNNPMMEMNGBOFOAPHJBDKEANGNNN _KLPFNJIIFNPGC 	
ease register your computer id at http://www.atollic.com/index.php/registerlite (the gistration form will be opened automatically). An installation key will then be e-mailed	
ease register your computer id at http://www.atollic.com/index.php/registerlite (the gistration form will be opened automatically). An installation key will then be e-mailed	>
gistration form will be opened automatically). An installation key will then be e-mailed	
mediately. Copy the installation key from the e-mail and paste it here:	to you
	-
3IJIJFIKJAPKCMHHDHCNMKOLJEDEGNEHLJCOJCIAAPJHKHCOPCCNEIIGBEHCJLNN IEPECJOPJGNOJCPGICEKHMJBEOCPHJIOEMDPDDHEODMDLAEAJCBGAGCECGIPILHK NGMAJJAM	
C C	
	>
	>

Рис. 6. Введение в форму полученного инсталляционного ключа

Atollic TrueSTUDIO(R) STM32 Lite Setup

🔳 Workspa	ace Launcher	
Select a w	vorkspace	
Atollic TrueS Choose a wi	STUDIO®/STM32 Lite stores your projects in a folder called a workspace. orkspace folder to use for this session.	
<u>W</u> orkspace:	C:\Documents and Settings\Andrey_K\Atollic\TrueSTUDIO\STM32_workspace	Browse
Use this a	as the default and do not ask again	
	OK	Cancel

Рис. 7. Выбор местоположения рабочего пространства

a C Project		_ 🗆 🗙	пи-	a C Project		
C Project Create C project of selected type				TrueSTUDIO® Build Select hardware and buil	Settings d configuration	
Project name: First_Application Use default location Location: C:\Documents and Settings\Andrey_ Project type:	_K\Atollic\TrueSTUDIO\STM32_]	Browse		Target Evaluation board: Microcontroller family: Microcontroller: Floating point:	STM32_Discovery All STM32F100RB Software implementation	 <
Executable Empty Project STM32 C Project Akefile project	Atollic ARM Tools			Code location:	FLASH Thumb2	
				Optimization Remove unused co Remove unused da Disable C++ runtim	e endian de (dead code removal) ta (dead data removal) re type information (RTTI)	
Show project types and toolchains only if the	ey are supported on the platform			Disable C++ excep	tion handling	
(?)	Next > Einish	Cancel		?	< <u>Back</u> Next > Einish	Cancel

Рис. 8. Создание нового проекта в Atollic TrueSTUDIO Lite



Рис. 10. Окно среды Atollic TrueSTUDIO Lite с открытым проектом

Edit Configuration	
dit launch configuration properti	es 🔊
Name: First_Application.elf	
📄 Main 🛛 🕸 Debugger 📄 Startup De	əbug) ⊳ Startup Analyze) ⊳ Startup Unit Test) 😕
C/C++ Application:	
Sebug/First_Application.elf	Search Project Browse
Project:	
First_Application	Browse
Build (if required) before launching	
Build configuration: Use Active	
O Enable auto build	O Disable auto build
 Use workspace settings 	Configure Workspace Settings
	Apply Revert
?	OK Cancel

Рис. 11. Настройка сеанса отладки

Debug - First_Application/src/main.c - Atollic TrueSTUDIO#/STM32 Lite	
Ele Edit Source Refactor Navigate Search Project Run Manuals Window Help	
📫 • 🗔 🗟 🛍 🏇 • 🔕 • 🎭 • 🛛 🖉 • 🖾 🖉 • 🖉	λ 2
(🏶 Debug 🛛 🔪 🍇 🖉 🍪 🗈 🗉 🔳 🗗 🔍 👁 🗟 🖶 🚺 🖬	🕅 " Variables 🙁 🗣 Breakpoints) 📟 SFRs 👬 Registers 🛋 Modules 👘 🖓 🗖
Erst_Application.elf [Embedded C/C++ Application]	約 🦛 🖬 🔮 🕱 🤶 🎽
Embedded C/C++ Application (6/6/11 6:46 PM) (Suspended)	Name Value
= 11 main() main.c:120 0x08000486	0
ST-LINK	
C:\Program Files\Atolic\TrueSTUDIO STM32 Lite 2.1.0\ARMTools\bin\arm-atolic-eabi-g	<
C:\Documents and Settings\Andrey_K\Atolic\TrueSTUDIO\STM32_workspace\First_Ap	(A)
< >	< ×
🕼 main.c 🕺 🗖	Cutline 📰 Disassembly 🕄 📃 🗆
116 **	Enter location here 💌 👔 🕼 🔽
117 */	♦ 08000486: mov.w r3, #0
118 1nt main (void)	0800048a: str r3, [r7, #4]
<pre>120 int i = 0;</pre>	136 STH32vldiscovery_LEDInit(LED3);
121	DS00048c: mov.w rD, #0
122 #ifdef USE_LED	137 STE32vldiscovery LEDInit (LED4);
123 /* Initialize LEDS */	08000494: mov.w r0, #1
125 STH EVAL LEDINIC (LED2);	08000498: bl 0x80004f4 <stm32vldiscovery_ledinit></stm32vldiscovery_ledinit>
126 STH_EVAL_LEDINIC(LED3);	138 STH32vldiscovery_PBInit(BUTTON_USER, BUT)
127 STH_EVAL_LEDINIC(LED4);	080004a0; mov.w r1, #0
128 129 /# Turn on LEDs #/	080004a4: bl 0x80005d0 <stm32vldiscovery_pbinit></stm32vldiscovery_pbinit>
130 STH EVAL LEDOn(LED1);	139 STISTM32vidiscovery_PBInit = {void (Button_TypeDef, ButtonMode_Type
131 STH_EVAL_LEDOn(LED2) .	080004a8: mov.w rD, #0
132 STH FUEL LEDON(LED3) ·	Concerne: all executions (sinsivial score y Liberty)
Const. Dente Constitution Constitution	
Exc. application of Exchedded CiC++ application Culture and Section 10 Memory	un STUDIO/STM22 unadersaca/Sinct Analyzation/Datu e/Sinct Analyzation all (1971)
STM32 Successufully completed reset operation	Jephoptolog (= 1992_workspace (= 1952_Applicador) (= eDug((= 1952_Applicador), etr. (6) 6) 11 6346 PM)
	M
	<u>×</u>

Рис. 12. Окно среды TrueSTUDIO Lite в режиме отладки приложения

50

сать во флэш-память микроконтроллера и/или приступить к отладке приложения.

Отладка первого приложения

Для отладки первого приложения необходимо соединить компьютер со встроенным отладчиком ST-LINK при помощи кабеля USB-MiniUSB. Свечение красного светодиода свидетельствует о том, что питание подано и плата готова к загрузке приложения и отладке.

Для начала отладки следует нажать F11 или кнопку *Debug* на панели инструментов. Так как это первый сеанс отладки, на экран будет выведен диалог настройки сеанса отладки (см. рис. 11). Никаких изменений вносить не следует. По нажатию кнопки ОК произойдёт загрузка приложения в микроконтроллер и начнётся процесс отладки (см. рис. 12). Во время процесса отладки на экран выводится полезная информация:

- фрагмент выполняемого в данный момент кода, при этом текущая строка выделена синим маркером;
- фрагмент кода ассемблера, который соответствует выполняемой в данный момент инструкции (окно дизассемблера);
- значения текущих локальных переменных программы и др.

Мерцание красного светодиода на программаторе/отладчике ST-LINK свидетельствует о происходящем процессе отладки. Сразу после начала отладки можно видеть, что маркер строки встал на первой инструкции в теле функции *main()* и выполнение программы остановилось. Для продолжения работы программы следует нажать кнопку F8 или кнопку *Resume* на панели инструментов в окне *Debug* (см. рис. 12).

Алгоритм работы приложения предельно простой и заключается в следующем. Если пользовательская кнопка на плате не нажата – горит зелёный светодиод, если нажата – синий светодиод.

Продемонстрируем возможности отладки на использовании точки останова (*Break point*). Для этого следует перейти на строку 210 исходного кода в файле main.c, как показано на рисунке 13. Нажав Ctrl+Shift+B, установим точку останова, которая обозначается круглым синим маркером (см. рис. 13). Если теперь во время выполнения приложения нажать пользовательскую кнопку, то на плате зажгутся оба светодиода (зелёный и синий), а программа остановится точно в том месте, где была установлена точка останова.

Загрузка прошивки в микроконтроллер

Текущая прошивка загружается в микроконтроллер в процессе отладки. Однако начинать продолжительный по времени процесс отладки не всегда удобно, когда стоит цель только загрузить прошивку. Поэтому лучше использовать отдельную программу для работы с программатором/отладчиком ST-LINK, которая называется STM32 ST-LINK Utility. Эта программа также является бесплатной, и её можно скачать с официальной интернет-страницы STMicroelectronics [9] (см. рис. 14).

Для работы с платой STM32 Discovery необходимо установить режим программирования по интерфейсу SWD. Это можно сделать, выбрав пункт меню *Target* \rightarrow *Settings* (см. рис. 15).



Рис. 13. Установка точки останова

Для подключения к программатору/отладчику ST-LINK необходимо выбрать пункт меню *Target* \rightarrow *Connect*. После этого на экране (см. рис. 14) отобразится название целевого микроконтроллера (на панели *Device In*- *formation*) и содержимое флэш-памяти микроконтроллера.

Программа STM32 ST-LINK Utility, помимо операций, непосредственно связанных с загрузкой прошивки, позволяет выполнять простейшие

51

🕮 STM32 S	T-LINK Utili	ity					
File View T	arget ST-LIN	K Help					
	- 	1 🕰					
	🤿 🍼 🕚	Ø 💋					
Memory displ	lay					[Device Information
Address:	0×08000000) Size:	0x071C	Data Width:	32 bits 🗸	Device Device ID	STM32F100xx Low/Medi 0x420
Device Memo	ry @ 0x08000	000 : Binary f	ile			Flash size	128 Kbyte
Address	0	4	8	С	ASCII		<u>^</u>
0×08000000	20002000	08000C45	08000425	08000431	E%1		
0×08000010	08000439	08000441	08000449	00000000	9AI		
0×08000020	00000000	00000000	00000000	08000451	Q.		
0×08000030	0800045D	00000000	08000469	08000475]u.		
0×08000040	08000C8D	08000C8D	08000C8D	08000C8D	КККК		
0×08000050	08000C8D	08000C8D	08000C8D	08000C8D	ЌЌЌЌ		
0×08000060	08000C8D	08000C8D	08000C8D	08000C8D	ЌЌЌЌ		
0×08000070	08000C8D	08000C8D	08000C8D	08000C8D	КККК		
0×08000080	08000C8D	08000C8D	08000C8D	00000000	ЌЌЌ		
0×08000090	00000000	00000000	00000000	08000C8D	Ќ.		
1	nonncon	nonnnron	00000000	nonnaron	ن ت ت ت		
12/56/40 / Co	pposted up S	WD.					
12:56:40 : Co	vice ID:0x420						
12:56:40 : De 12:56:40 : De	vice flash Size vice family :ST	: 128 Kbyte M32E100xx Lov	v/Medium densil	ty Value Line di	evice		
				.,			
J							
Connected via	SWD.			þ	evice ID:0×420		

регистров. Для вызова этой функции

следует выбрать пункт меню Target \rightarrow

• защитить память программ от не-

• установить/сбросить конфигураци-

• постранично защитить флэш-па-

Чтобы выполнить эти действия, не-

К сожалению, программа STM32 ST-

LINK Utility не распознаёт формат фай-

ла с прошивкой *.elf, который генери-

рует среда разработки Atollic TrueSTU-

DIO Lite. Чтобы загрузить файл

прошивки *.elf с помощью STM32 ST-

LINK Utility, его необходимо преобра-

зовать в другой формат, например Intel

НЕХ (*.hex) [10]. Для этого удобно вос-

пользоваться программой arm-elf-obj-

сору.ехе из бесплатного пакета GNU

ARM, который можно загрузить по ад-

После установки пакета (если папка

установки была выбрана по умолча-

нию) программа будет находиться по

адресу С:\Program Files\GNUARM\bin\.

Скопировав файл arm-elf-objcopy.exe

в папку, где находится файл прошивки

First_Application.elf, следует выполнить

санкционированного чтения;

Кроме этого, имеется возможность

 \rightarrow MCU Core.

онные биты;

мять от записи.

ФОРМАТА *.ELF

 \rightarrow Option Bytes (см. рис. 16).

Рис. 14. Окно программы STM32 ST-LINK Utility

действия по управлению ядром микроконтроллера, такие как сброс, запуск/останов выполнения и просмотр



Рис. 15. Выбор интерфейса программирования

- Read Out Prote	ction	BOR Level
Disabled	~	OFF 🗸 🗸
- User Configurati	ion option bute -	
	ion option byte	
WDG_S\	N	INPOT_STDBY
nRST_S	тор	BFB2
- User data storar	ne option butes	
	ge option bytes	
Data 0 (H): 0)xFF	Data 1 (H): 0xFF
- Unite Protection		
Write Protection	Chard and de	
Write Protection	Start addr	Size
Write Protection Page Page 0	Start addr 0x08000000	Size A
Vrite Protection Page Page 0 Page 1	Start addr 0x08000000 0x08000400	Size 1 1 K 1 K
Write Protection Page Page 0 Page 1 Page 2	Start addr 0x08000000 0x08000400 0x08000800	Size
Vrite Protection Page Page 0 Page 1 Page 2 Page 3	Start addr 0x08000000 0x08000400 0x08000800 0x08000000	Size • • • • • • • • • • • • • • • • • •
Write Protection Page Page 0 Page 1 Page 2 Page 3 Page 4	Start addr 0x08000000 0x08000400 0x08000800 0x08000000 0x08000000 0x08000000 0x08000000 0x08000000 0x08000000	Size 1 K 1 K 1 K 1 K 1 K 1 K
Vite Protection Page Page 0 Page 1 Page 2 Page 3 Page 4 Page 5	Start addr 0x0800000 0x08000400 0x08000800 0x08000000 0x08000000 0x08001000 0x08001400	Size Image: Constraint of the second se
Vite Protection Page Page 0 Page 1 Page 2 Page 3 Page 4 Page 5 Page 6	Start addr 0x0800000400 0x080000400 0x08000000 0x08000000 0x08000000 0x08001000 0x08001400 0x08001800	Size Image: Constraint of the second se
Vite Protection Page Page 0 Page 1 Page 2 Page 3 Page 4 Page 5 Page 6	Start addr 0x08000000 0x08000000 0x08000000 0x08000000 0x08000000 0x08000000 0x08001000 0x08001400 0x08001400 0x08001400	Size Image: Constraint of the second se
Vite Protection Page Page 0 Page 1 Page 2 Page 3 Page 4 Page 5 Page 6	Start addr 0x08000000 0x08000400 0x08000000 0x08000000 0x08001000 0x08001400 0x08001400	Size 1 K 1 K 1 K 1 K 1 K 1 K 1 K 1

Рис. 16. Настройка конфигурационных байтов с помощью программы STM32 ST-LINK Utility

pecy [11].

следующую консольную команду: armelf-objcopy.exe -O ihex First_Application.elf First_Application.hex. После этого в папке должен появиться файл прошивки с расширением *.hex, который можно загрузить в целевой микроконтроллер с помощью программы STM32 ST-LINK Utility.

Для этого в программе STM32 ST-LINK Utility необходимо выбрать пункт меню $File \rightarrow Open file$ и указать путь к файлу *.hex. Файл прошивки будет загружен в программу, и можно просмотреть как содержимое флэш-памяти микроконтроллера, так и содержимое загруженного файла с прошивкой. Чтобы загрузить файл прошивки в микроконтроллер, следует выбрать пункт меню Target \rightarrow Program & Verify. Сообщение Verification... ОК свидетельствует об успешной загрузке прошивки в микроконтроллер.

Заключение

На примере отладочного набора STM32 Discovery были выполнены основные этапы создания микроконтроллерного устройства – от выбора программного обеспечения до загрузки готовой прошивки в микроконтроллер и его отладки. Поэтому отладочный набор STM32 Discovery может стать отправной точкой для разработчиков, которые хотят освоить платформу ARM Cortex M3, но при этом не желают нести значительных предварительных расходов.

Литература

- $1.\,http://www.efind.ru/icsearch/$?search=stm32vldiscovery.
- 2. http://www.st.com/internet/mcu/product/216844.jsp.
- 3. http://www.st.com/internet/com/technical_resources/technical_literature/user_manual/CD00267113.pdf.
- 4. http://www.st.com/internet/com/technical_resources/technical_literature/user_manual/CD00214439.pdf.
- 5. http://www.iar.com/website1/1.0.1.0/68/1/.
- 6. http://www.keil.com/arm/mdk.asp.
- 7. http://www.atollic.com/download/ Atollic_TrueSTUDIO_Feature_comparison.pdf.
- 8. http://www.atollic.com/index.php/download.
- 9. http://www.st.com/internet/com/software resources/tool/device programmer/ um0892.zip.
- 10.http://sourceware.org/ml/ecos-discuss/2004-07/msg00268.html.
- 11.http://www.gnuarm.com/bu-2.16.1 gcc-4.1.0-c-c++_nl-1.14.0_gi-6.4.exe. Э

52 © CTA-ПРЕСС

Новости мира News of the World Новости мира

Карбидокремниевый МОП-транзистор на 1200 В

Фирма Cree расширяет свое семейство SiC Z-FET на 1200 В. Для оптимизации мощности он может включаться параллельно. МОП-транзистор специфицирован при рабочей температуре 100°С на ток 12 А. Он предназначен для запирающих напряжений до 1,2 В и имеет при температуре 25°С типичное значение RDS(on) 160 мОм.



В отличие от кремниевых элементов с аналогичными параметрами, значение RDS(on) у SiC-MOП-транзистора остаётся менее 200 мОм во всём диапазоне рабочих температур. Ток утечки менее 1 мкА. Элемент заменяет кремниевые транзисторы (IGBT), которые в настоящее время применяются в диапазоне от 3 до 10 кВ. CMF10120D имеет корпус TO-247.

www.cree.com

Плоские катушки индуктивности

Фирма Murata Power Solutions анонсировала три серии SMD-катушек индуктивности, которые разработаны для использования в приложениях с сильными токами. В сериях 3700, 3800 и 3900 речь идёт об индуктивности от 0,15 до 10 мкГн при постоянном токе до 19,5 А. Эти элементы поверхностного монтажа имеют размеры $14,5 \times 11,5 \times 5,8$ мм.



Индуктивности предназначены для использования в DC/DC-преобразователях, в которых требуется быстродействие в переходных режимах. Примерами являются модули стабилизаторов напряжения, ноутбуки и плазменные дисплеи. Рабочий температурный диапазон элементов –40...+130°С. Все катушки индуктивности соответствуют требованиям директивы RoHS и обратно совместимы с системами пайки оловомсвинцом.

www.murata-ps.com

Изолированные DC/DC-преобразователи 60 Вт

Фирма TDK-Lambda выпускает 60-ваттные DC/DC-преобразователи серии PXF с входом 2 : 1. Модули имеют диапазоны входных напряжений 18...36 В или 36...75 В (номинальные значения 24 или 48 В) и выходные напряжения от 3,3 до 15 В при общей выходной мощности 60 Вт. Они имеют стандартный формат 5,08 × × 5,08 × 1,016 см.



Преобразователи РХF60 имеют КПД до 90%, допуски безопасности согласно нормам IEC/UL/EN 60950 и отмечены символом СЕ. В стандартное оборудование входят дистанционное включение-выключение, триммер на выходе, а также схемы защиты от перегрузки и повышенного напряжения.

www.de.tdk-lambda.com

Светодиоды для видеодисплеев внутреннего и наружного использования

Светодиоды серии Screen Master CLX6A-FKB и CLXVBA-FKA компании Cree предназначены для видеоэкранов в HD-технологии. Светодиоды семейства CLX6A-FKB водонепроницаемы и предназначаются для дисплеев, применяемых на открытом воздухе. Модели серии CLXVBA-FKA предназначены для экранов, устанавливаемых в помещениях.

Светодиоды серии Screen Master CLX6A-FKB поставляются в компактном герметичном корпусе. Он выполняет требования по классу защиты IPX6 (защита от мощных струй воды) и IPX8 (защита от длительного погружения). Чёрный корпус PLCC6 исклю-



чает необходимость в дополнительных защитных оболочках.

Screen Master CLVBA-FKA является первым RGD-светодиодом Cree с SMT-корпусом для видеоэкранов с высокой контрастностью, устанавливаемым в зданиях. Светодиод CLVBA-FKA поставляется в корпусе PLCC4 размером 3,5 × 2,8 мм.

www.cree.com

Силовые дроссели с монтажной высотой 1,65 мм

Фирма Murata Power Solutions представляет серии 2700 и 2700Т силовых дросселей поверхностного монтажа, которые



пригодны для работы в потребительских приложениях с небольшой высотой. Дроссели серии 2700 имеют размеры 9,0 \times 7,7 \times × 1,65 мм, номиналы индуктивности от 4,7 до 1000 мкГн и рассчитаны на максимальный постоянный ток до 1,6 А в зависимости от элемента. Дроссель индуктивностью 1 мГн имеет сопротивление по постоянному току в пределах от 0,1 до 14 Ом. Несколько меньшая серия 2700Т имеет номиналы индуктивности от 1 до 330 мкГн и максимальный рабочий ток до 2 А. Сопротивление по постоянному току дросселя индуктивностью 1 мГн составляет 80 мОм и повышается для индуктивности 330 мкГн до 15 Ом. Серии 2700 и 2700Т имеют рабочий температурный диапазон -40...+125°C.

www.murata-ps.com