## УДК 621.37:681.586

## **STM32CUBEMX В НАСТРОЙКЕ ПЕРИФЕРИИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ КОМПАНИИ ST**

## С.Ю. ЗМИТРОВИЧ

(Представлено: канд. физ.-мат. наук, доц. С.А. Вабищевич)

Рассматриваются основные аспекты программной среды, а также настройки возможной периферии микроконтроллеров компании ST [1] без написания программного блока на примере разработанного измерительного устройства с использованием микроконтроллера STM32F103C8T6.

**Введение.** Цель работы заключалась в проектировании микроконтроллерного устройства с программным обеспечением [2] для измерения аналоговых величин физических параметров с возможностью последующего импорта данных в другие программные продукты. Структурная схема проекта представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. – Структурная схема разработанного проекта

Актуальность работы заключается в автоматизации, что позволяет повысить достоверность экспериментальных данных за счет снижения величины случайной погрешности, сократить время измерений, повысить эффективность использования датчиковой аппаратуры.

Одним из основных моментов при программировании микроконтроллерной системы является настройка периферийных блоков. Данный процесс, зачастую, занимает продолжительное время, особенно у начинающих программистов. STM32CubeMX [3] – программная среда, позволяющая при помощи соответствующих блоков и клавиатуры настраивать всю периферию микроконтроллера.

На рисунке 2 представлена среда разработки STM32CubeMX.

G = N 0 4 6 6 5	Keep Current Signak Placement 🔹 🔅	S - 0 + Red 200	the root   2 C C C C C C C C C C C C C C C C C C	* 🔹 🚯 🖬 💟 🖸 -
Pinout Clack Configuration Configurat	ton Power Consumption Calculator			
- Additional Software - Additional Software		Rant         State         State           Rant         Clist         Clist         Clist           KC15.         KC05.         Clist         Clist           K00         K01         K01         K01           K00         K00         K00         K00           K00         K00         K00.	000         000 <th></th>	
MCUs Selection Output				
Series	Lines	Max	Padage	Required Perpherals

Рисунок 2. – Программная среда разработки STM32CubeMX

Настройка системы. В разработанном измерительном устройстве использованы аналогоцифровой преобразователь (АЦП) и USB модули микроконтроллера. Устройство использует все выводы АЦП модуля для проведения измерений. АЦП модуль работает в режиме DMA, то есть адресация к памяти происходит, минуя процессор микроконтроллера, что позволяет сократить время измерений. На рисунке За представлены настройки АЦП модуля микроконтроллера.

Аналого-цифровой преобразователь настроен в режиме «Continuous Conversion Mode». Данный режим позволяет производить измерения входных величин непрерывно, однако, в порядке очереди, которая организуется выставлением значения измерений в поле «Number Of Conversion» после выставления «Enable» в «Enable Regular Conversion». В появившемся поле «Rank» указана очередь, а также номер АЦП порта и скорость измерения входной величины в циклах. Уменьшение скорости измерения позволяет увеличивать выходной импеданс датчикового оборудования.

USB модуль микроконтроллера используется в режиме «Communication Device Class (Virtual Port COM)», данный режим позволяет создавать соединение с компьютером пользователя, избегая для этого написания специального программного обеспечения. Настройки USB модуля представлены на рисунке 3 б.

er er arrever becarge of User Constants of MIC Settings of I anfigure the below parameters :	MA Settings 💞 GP30 Settings				🥑 USB Configuration		
orngure the below parameters :			Parameter Settings				
Condiger the book parameters : Search : Search (DSH/)			Configure the below parameters :				
							ADCs_Common_Settings
Mode	Independent mode						
R ADC_Settings			<ul> <li>Basic Parameters</li> </ul>				
Data Algement	Right alignment		Speed	Full Speed 12MBit/s			
Scan Conversion Mode	Enabled		Endpoint 0 Max Packet size	8 Bytes			
Continuous Conversion Mode	Enabled		Power Parameters				
Discontinuous Conversion Mode	Disabled		Low Power	Disabled			
ADC_Regular_ConversionMode			Link Power Management	Disabled			
Enable Regular Conversions	Enable	~	Division of the second second				
Number Of Conversion	10		Battery Charging	Disabled			
External Trigger Conversion Source	Regular Conversion launched by software						
E Rank	1						
🗄 Rank	2						
8 Rank	3						
E Rank	4						
E Rank	5						
E Rank	6						
8 Rank	7						
E Rank	8						
Rank	9						
E Rank	10						
ADC_Injected_ConversionMode							
Number Of Conversions	0						
WatchDog							
Fashle Regular Conversions Inable Regular Conversion Faranteer Descuiptions Braile Disable Regular Conversion Restore Default	Apoly	Ok Cancel	Restore Default	Apply Ok	Cancel		

Рисунок 3. – Настройки АЦП модуля (*a*), настройки USB модуля микроконтроллера STM32F103C8T6 (*б*)

Для обеспечения работоспособности системы необходимо настроить частоты тактирования микроконтроллера, что можно осуществить в окне «Clock Configuration», рисунок 4. Так как в настоящей системе используется внешний кварцевый резонатор, то предварительно в «Pinout»->«RCC» было выставлено использование внешнего высокоскоростного кварцевого резонатора «High Speed Clock (HSE)»->«Crystal/Ceramic Resonator». STMCubeMX позволяет производить настройки тактирования на интуитивном уровне, так как всё представлено в графическом виде. Тактовая частота равная 8 МГц поступает на микроконтроллер с внешнего кварцевого резонатора (HSE), после чего в окошке «PLL» умножается на коэффициент равный 6 – это необходимо, так как частота работы USB составляет 48 МГц. После чего полученная частота разбивается коэффициентами деления на частоты необходимые для нормальной работы периферии микроконтроллера. Для АЦП модуля частота тактирования, в нашем случае, составляет 12 МГц.

После совершения всей конфигурации микроконтроллера можно начать генерировать исходный код программы. Данная возможность осуществляется путём нажатия «Project»->«Generate Code». Однако перед генерированием программного кода рекомендуется выбрать ядро в меню «Project»->«Settings», которое в дальнейшем будет использоваться для написания кода программы.



Рисунок 4. – Окно настройки тактирования микроконтроллера

Заключение. В данной статье рассмотрено программное обеспечение графической конфигурации STMCubeMX, а также его использование для конфигурирования периферии микроконтроллера на примере измерительного устройства, использующего АЦП и USB модули.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1. STMicroelectronics [Электронный ресурс] // About ST Режим доступа: https://www.st.com/content/st\_com/en/about/st\_company\_information/who-we-are.html.
- Змитрович, С.Ю. Обработка аналоговых сигналов датчиковой аппаратуры. Информационнокоммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018) [Электронный ресурс]: электронный сборник статей I международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 14–15 июня 2018 г. /, С.Ю. Змитрович, С.А. Вабищевич; Полоцкий государственный университет. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 272–275.
- 3. STMicroelectronics [Электронный ресурс] // STM32CubeMX for STM32 configuration and initialization C code generation. Режим доступа: https://clck.ru/ERtM3.