

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії  
Кафедра обчислювальної техніки

# Методи та засоби апаратно-програмної підтримки мікроконтролерів STM32

Магістерська кваліфікаційної робота

спеціальність 123 «Комп'ютерні системи та мережі»

Керівник: к.т.н., доц.

*Цирульник С. М.*

Розробив: студент гр. 1КС-16 м

*Поперечний П. В.*

Вінниця ВНТУ 2018 р

## АКТУАЛЬНІСТЬ

На сьогодні мікроконтролери можна зустріти практично в будь-якому технічному виробі в якому потрібно вирішувати поставлені завдання такі як обробка інформації, вимірювання та управління. Це може бути побутова техніка або вимірювальні прилади, засоби комунікації, а також такі складні об'єкти управління, як автомобілі або літаки. Кількість завдань які розв'язують мікроконтролери дуже велика, починаючи від звукових та світлових сигналів і закінчуючи складним аналізом інформації, математичною обробкою

## МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи є дослідження методів та інструментальних засобів проектування та програмування мікроконтролерів STM32, що забезпечують зменшення часу синтезу та дозволяють отримати оптимальні за критерієм «продуктивність/вартість» проектні рішення.

Відповідно до поставленої мети в роботі вирішуються такі задачі:

- аналіз програмних засобів підтримки проектування та відлагодження 32 бітних систем на ядрі ARM Cortex;
- аналіз апаратних засобів підтримки проектування та відлагодження систем на базі мікроконтролерів STM32;
- дослідження архітектурних особливостей методів програмування FLASH-пам'яті мікроконтролерів STM;
- обґрунтування універсального засобу для програмування мікроконтролерів STM32.

**Об'єктом дослідження** є процес програмування мікроконтролерів STM32 вбудованих мікроконтролерних систем.

**Предметом дослідження** є методи та засоби програмування мікроконтролерів STM32 вбудованих мікроконтролерних систем.

**Методи дослідження.** Для досягнення поставленої в роботі мети використовуються такі методи дослідження:

- системний аналіз, який застосовується для дослідження механізмів функціонування програмно-апаратних засобів програмування мікроконтролерів STM32;
- об'єктно-орієнтовані методи програмування мікроконтролерів STM32;
- формальні методи опису синтаксису мов програмування;
- методи комп'ютерного та натурального моделювання.

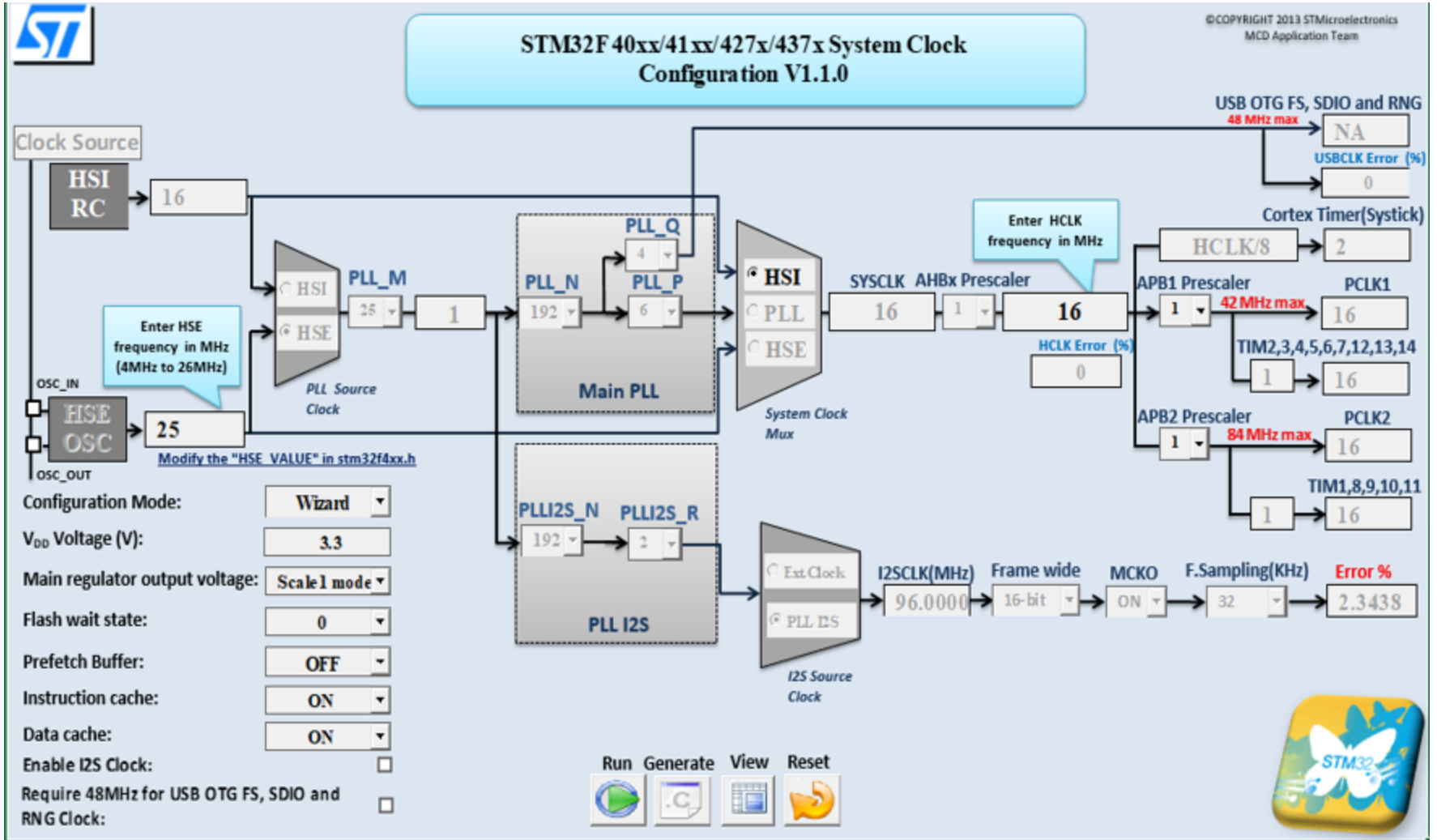
**Наукова новизна отриманих результатів.** У роботі вперше комплексно розглянуті та актуалізовані апаратно-програмні засоби підтримки мікроконтролерів STM32, що має вагоме значення для розробників вбудованих систем.

**Практичне значення отриманих результатів:**

- рекомендації, що дозволяють підвищити ефективність розробки та відлагодження програмного забезпечення мікроконтролерів STM32
- застосування методу послідовного внутрішньосхемного програмування для реалізації універсального програматора, який дозволить читати, стирати та записувати комірки захисту та конфігурації, комірки ідентифікатора та комірки калібрування, конфігураційні комірки, та FLASH-пам'яті мікроконтролерів STM32.

**Апробація результатів роботи** Основні положення магістерської роботи були представлені на науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2018). Результати роботи впроваджені у навчальний процес з підготовки бакалаврів за напрямком підготовки 123 «Комп'ютерна інженерія» у вигляді методичних вказівок до лабораторної роботи «Технологія програмування мікроконтролерів STM» з дисципліни «Архітектура комп'ютерів»

# STM32f4XX System Clock Configuration V1.1.0



# MicroXplorer v3.1

The screenshot displays the MicroXplorer v3.1 software interface. On the left, a settings panel is visible, showing the configuration for the STM32F207VxTx microcontroller. The settings include:

- Family: STM32
- MCU: STM32F207VxTx
- Package: TQFP100
- Buttons: Expand (+), Collapse (-), Disable (X)
- Peripherals: SPI1, SPI2 (Mode: Rx-Only-Full-Duplex-Master, With-NSS checked), SPI3 (Mode: Full-Duplex-Slave, With-NSS unchecked), I2C2 (Mode: Master-With-Clock), I2C1, I2C2, I2C3 (Mode: SMBus-two-wire-Interface), USART1, USART2 (Mode: Asynchronous), USART3.

The central part of the image shows the pin diagram for the STM32F207VxTx microcontroller, labeled "100 Pins". The pins are arranged in a grid, with labels for each pin and its function. The pins are color-coded: yellow for power (VDD, VSS, VCA, VSSA, VRE, VDDA, VSS\_4, VSS\_5), green for peripheral pins (PE, PB, PD, PC, PA), and grey for other pins (VDD\_2, VCA\_1, PA, PC, PD, PB, VBAT, PC, VSS\_5, PH, NRST, PC, VSSA, VRE, VDDA, PA, PB, VCA, VDD\_1).

Key labels and functions shown in the diagram include:

- Power pins: VDD\_1, VDD\_2, VSS\_2, VCA\_1, VSS\_5, VSSA, VRE\_1, VDDA, VSS\_4, VSS\_5.
- Peripheral pins: PE2-PE5, PB2-PB8, PD7-PD0, PC12-PC10, PA15-PA14, PA11-PA10, PA9-PA8, PC9-PC7, PD15-PD8, PB15-PB12.
- Other pins: VBAT, PC1\_1, PC1\_2, PH0\_1, PH1\_1, NRST, PC0, PC1, PC2, PC3, VSSA, VRE\_1, VDDA, PA0\_1, PA1, PA2, PA3, PA4, PA5, PA6, PA7, PA8, PA9, PA10, PA11, PA12, PA13, PA14, PA15.
- Functions: TIM9\_CH2, Input\_Pull-down, SPI2\_MOSI, USART2\_TX, USART, I2S3\_I, Input, SPI2\_S, SPI2\_NSS, ADC2\_EXTI11, DCMI\_D1, I2C3\_SCL, I2C3\_SDA, I2S3\_MCK, I2S3\_SD, I2S3\_OK, SPI3\_MOSI, SPI3\_MISO, SPI3\_SCK.



# CooCox IDE

The screenshot shows the CooCox IDE interface. At the top, there are tabs for 'Chip' and 'Board'. A search bar is present with the text 'Search here...'. To the right, there is a 'Collection' button and a 'View component repository' button. Below these, a row of manufacturer buttons is highlighted with a red border: ARM, Freescale, NXP, Nuvoton, **ST**, Toshiba, and Spansion. On the left side, there is a 'Series' dropdown menu with a list of STM32F401 series components. The main area displays a grid of component links, sorted by 'hot'.

Series ▾


Sort by: hot time name

> STM32F303				
> <b>STM32F401</b>	• <a href="#">STM32F401RD</a>	• <a href="#">STM32F401CB</a>	• <a href="#">STM32F401CD</a>	• <a href="#">STM32F401CE</a>
> STM32F405	• <a href="#">STM32F401RB</a>	• <a href="#">STM32F401RC</a>	• <a href="#">STM32F401CC</a>	• <a href="#">STM32F401RE</a>
> STM32F407	• <a href="#">STM32F401VB</a>	• <a href="#">STM32F401VC</a>	• <a href="#">STM32F401VD</a>	• <a href="#">STM32F401VE</a>
> STM32F410				
> STM32F411				
> STM32F415				

# Atollic TrueSTUDIO

**a** ARM\_workspace\_8.1 - C/C++ - Atollic TrueSTUDIO for ARM

File Edit Source Refactor View Navigate Search Project Run Window Help

**i** Information Center 



## TruePERSPECTIVES Blog

### TrueSTUDIO Developers using STM32 devices get an early holiday gift from STMicroelectronics



#### **If you have not yet heard, STMicroelectronics has acquired Atollic!**

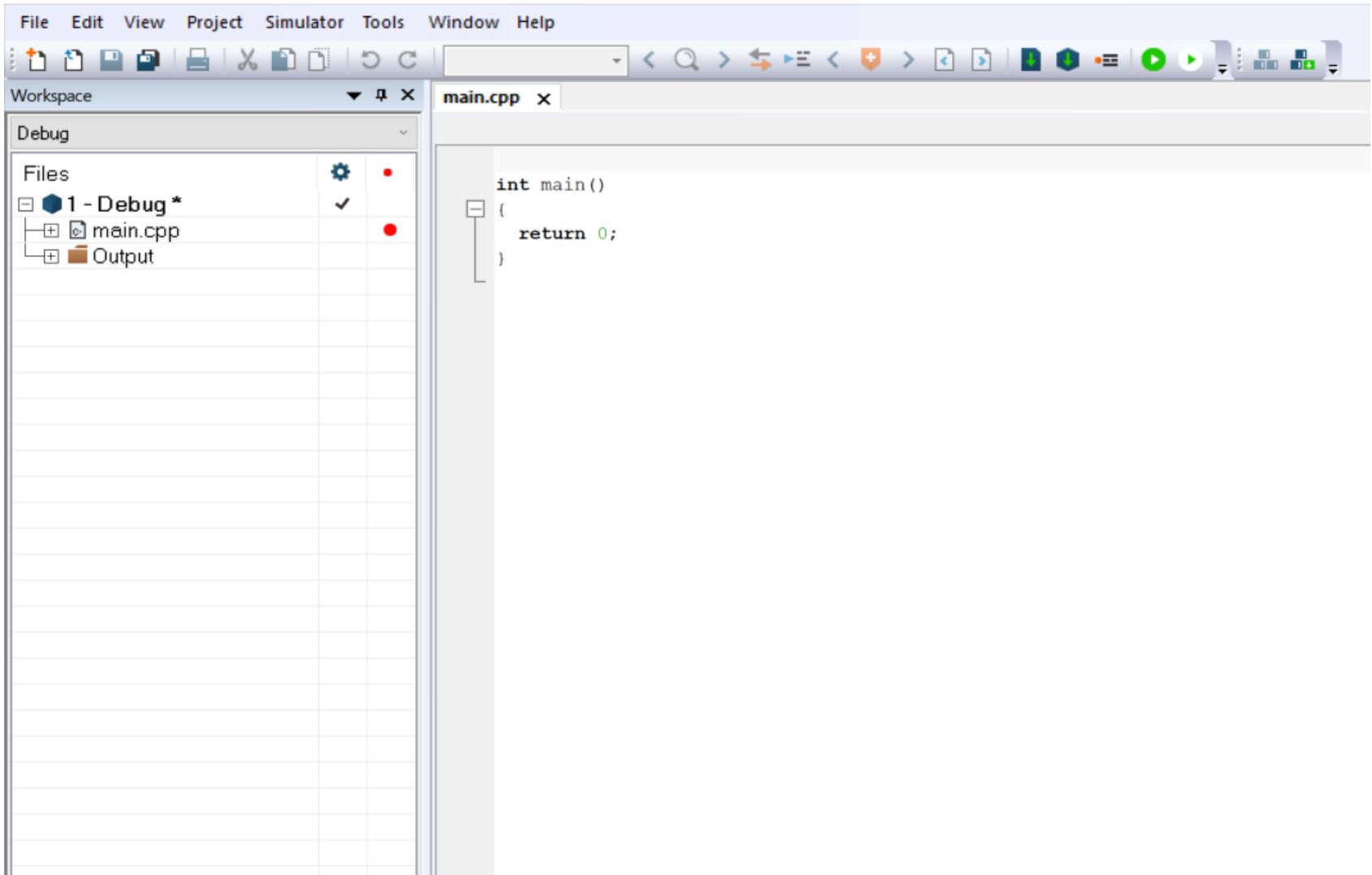
If you are an STM32 developer and an Atollic TrueSTUDIO user, think of it as an early holiday present. What was the paid Pro version of TrueSTUDIO will soon be made available to STM32 developers at no charge.

ST's and Atollic's engineers are already at work on building a fully integrated software solution. The next-

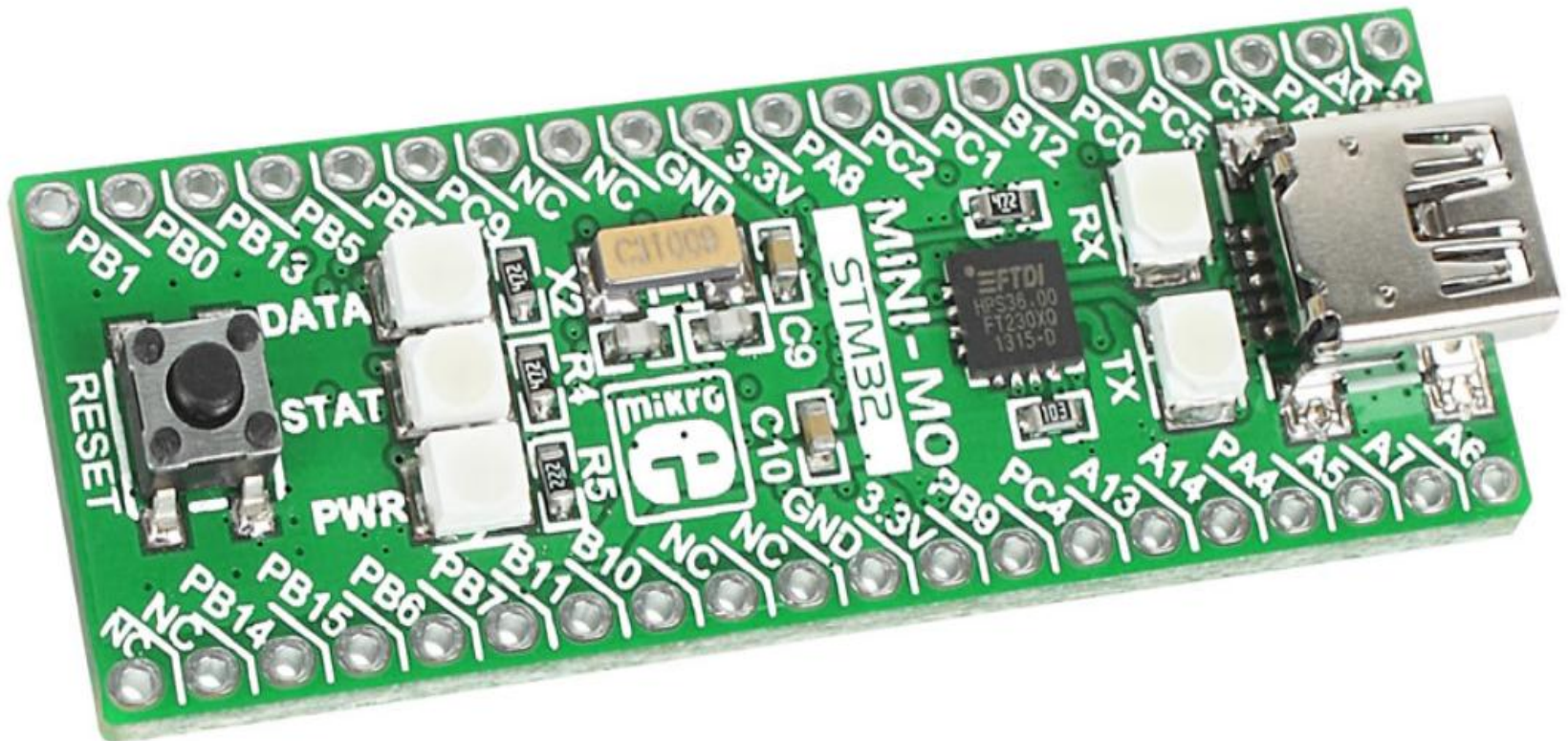
gen version of TrueSTUDIO will feature even tighter integration with the STM32 ecosystem

# IAR

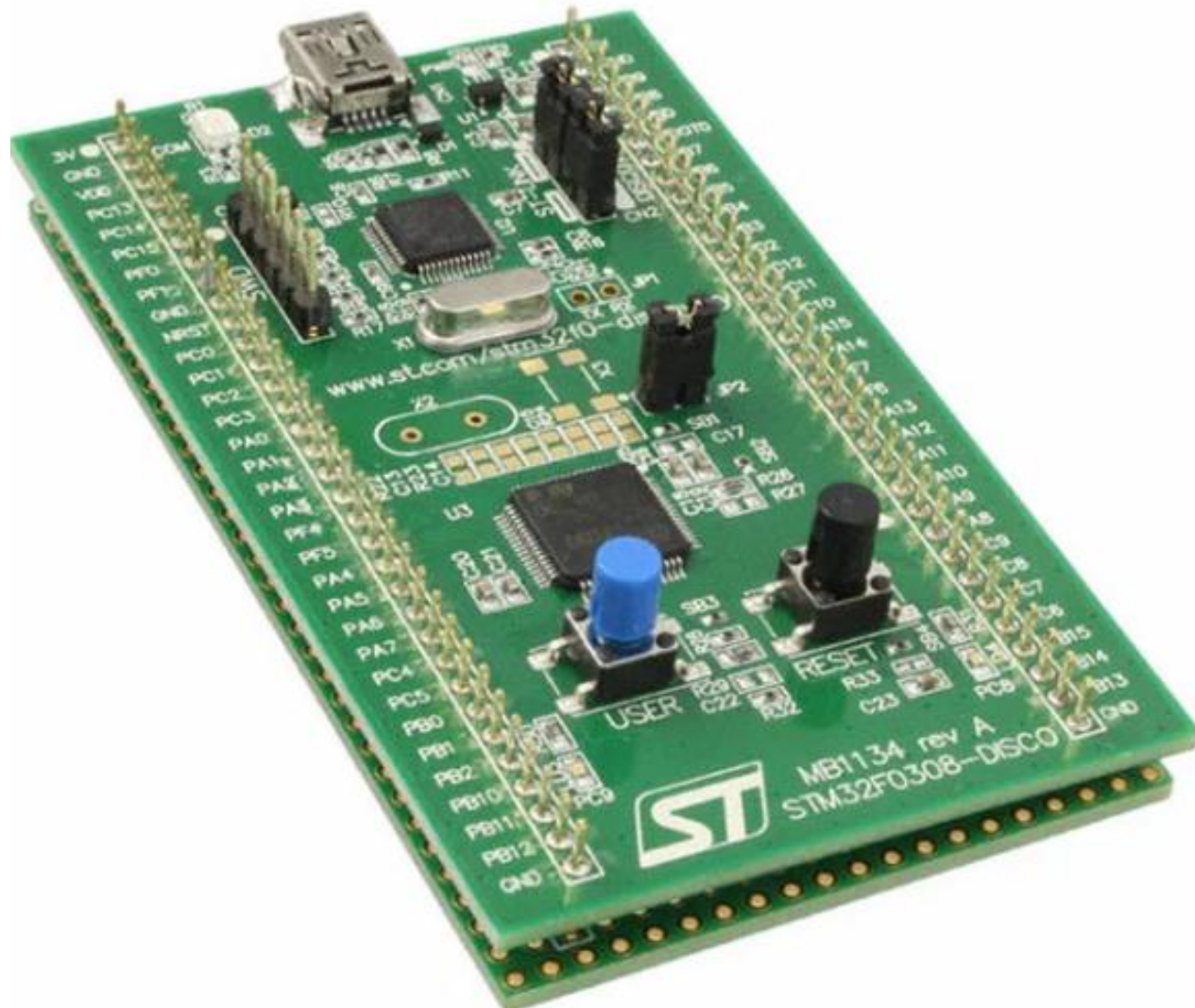
IAR Embedded Workbench IDE - Arm 8.20.2



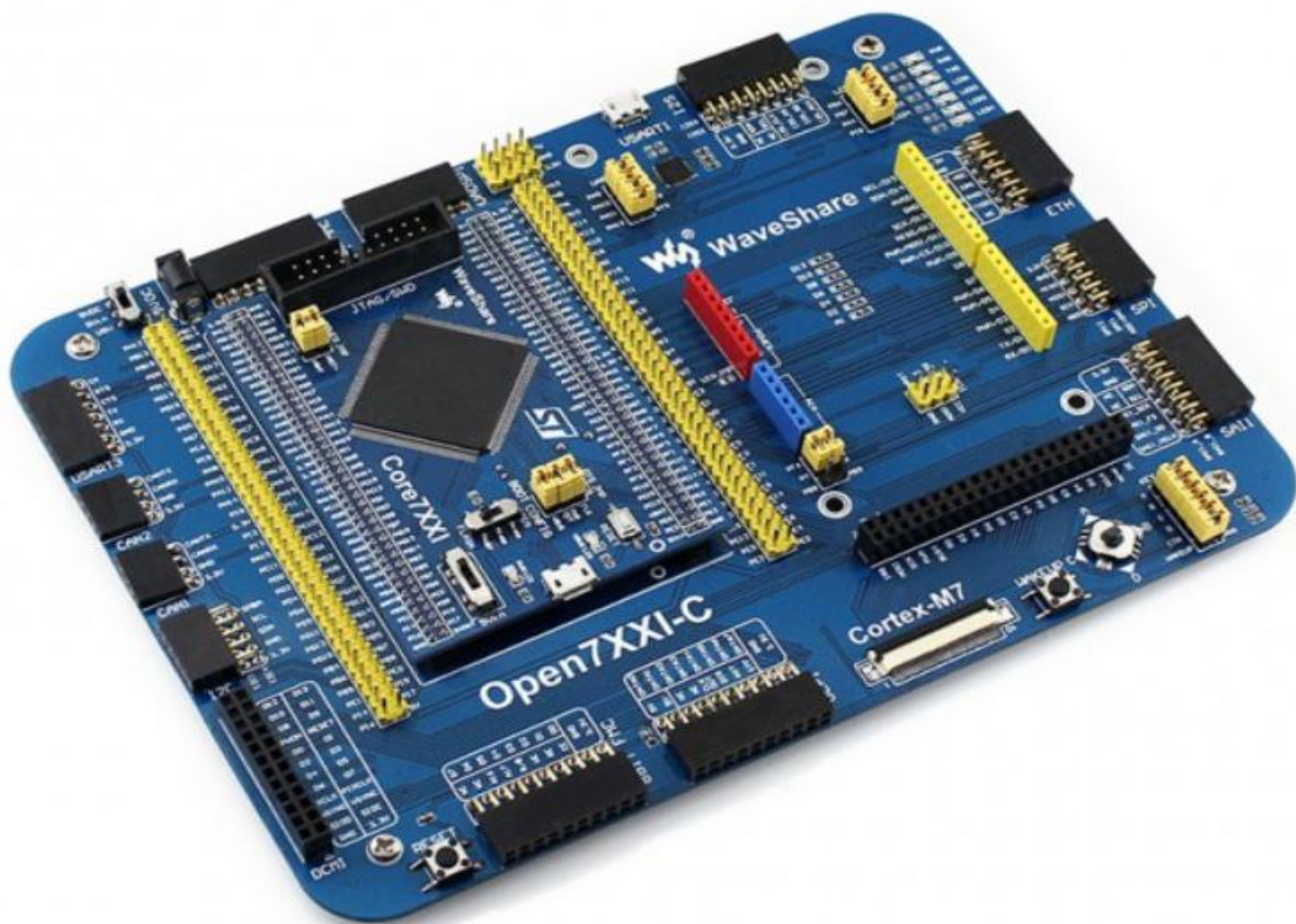
# Плата для відлагодження Mini-M0



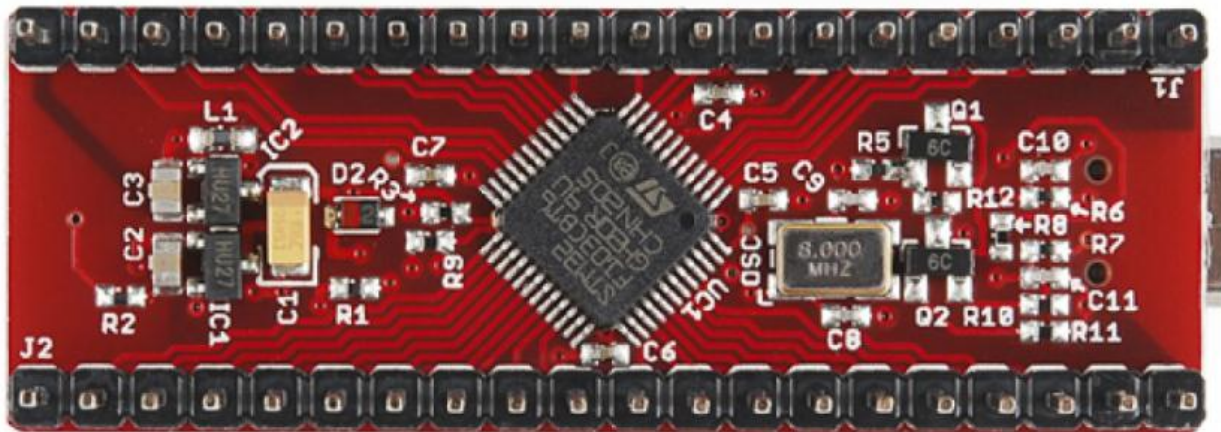
# Плата для відлагодження STM32 Discovery



# Плата для відлагодження Open746I-C Standart на основі STM32F746ICT6



# Плата для відлагодження Maple mini

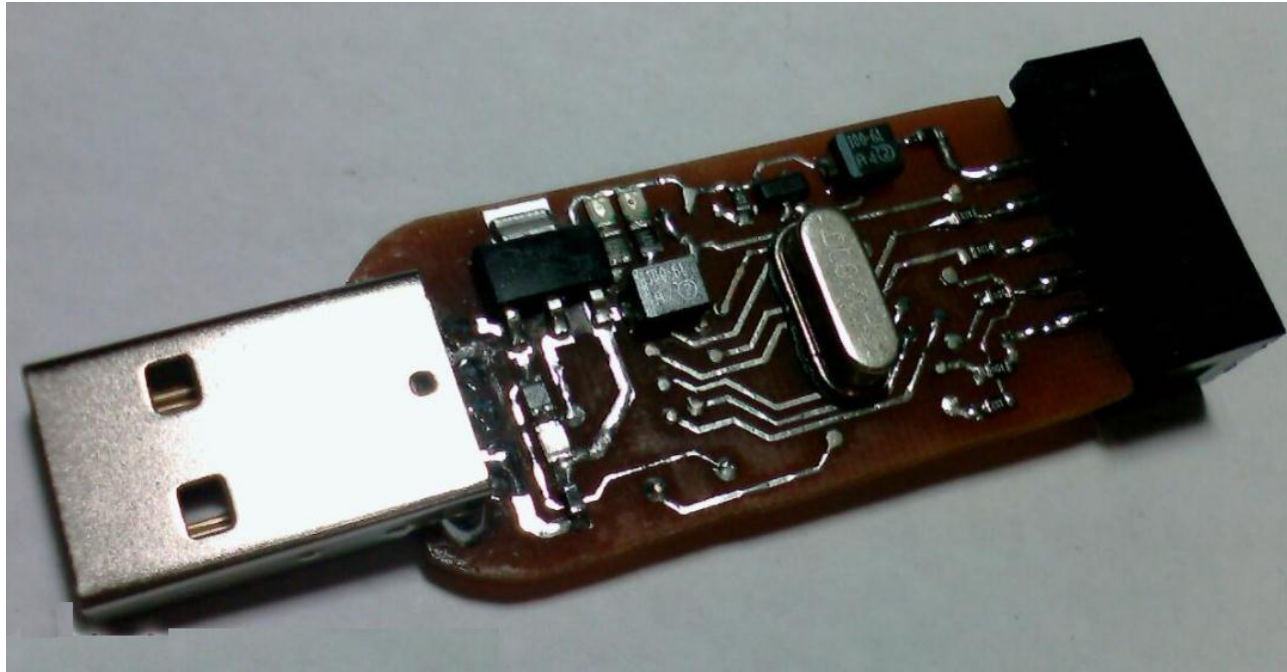


# USB програматор ST-LINK V2 STM8 STM32 Cortex-M





# USB программатор Versaloon



Дякую за увагу !