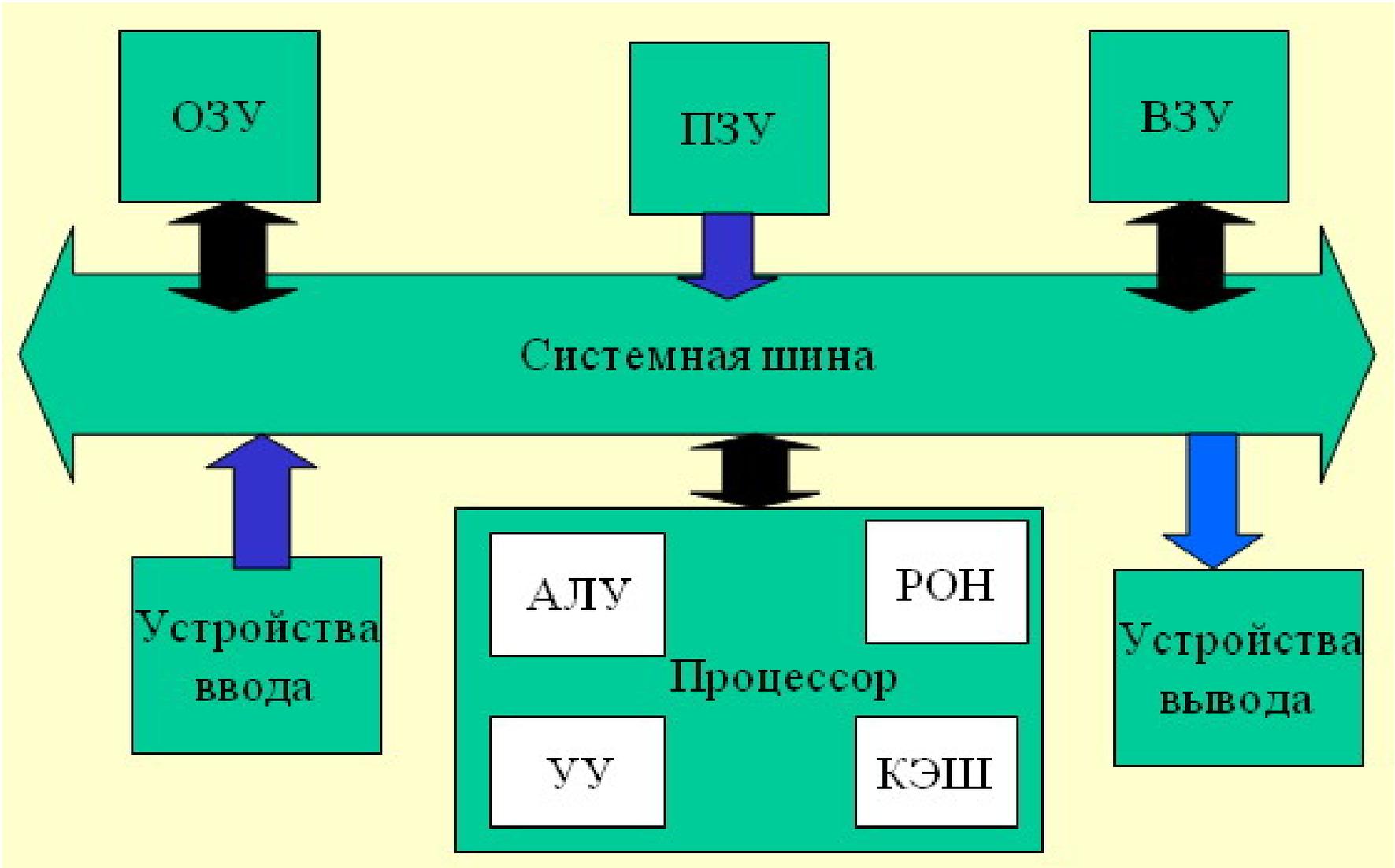


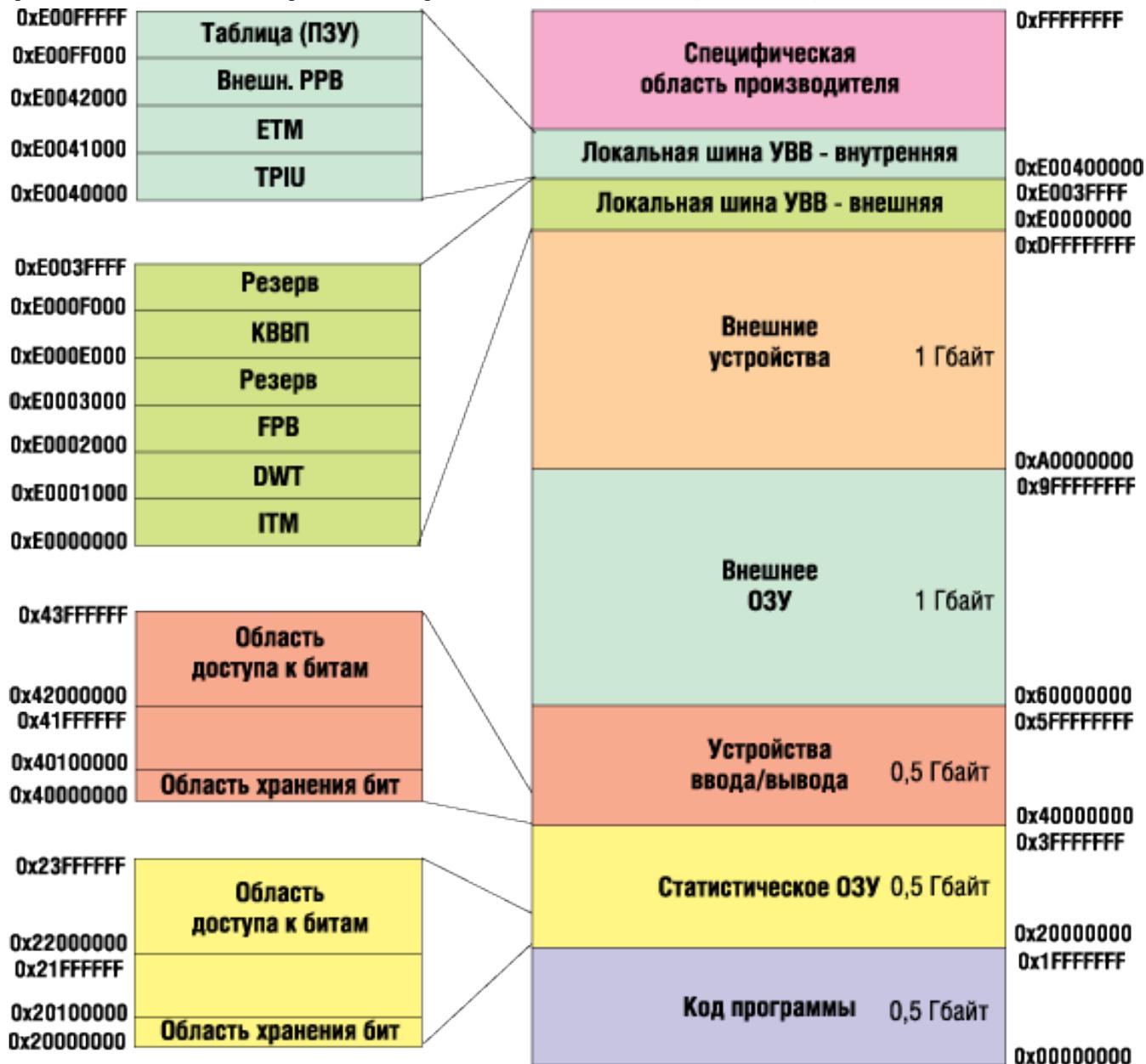
Проектирование устройств
на программируемой элементной базе
(ПУ на ПЭБ)

Лекция 3

Шинная связь ФМ МК



Адресное пространство (4Гб) ARM МК CM3



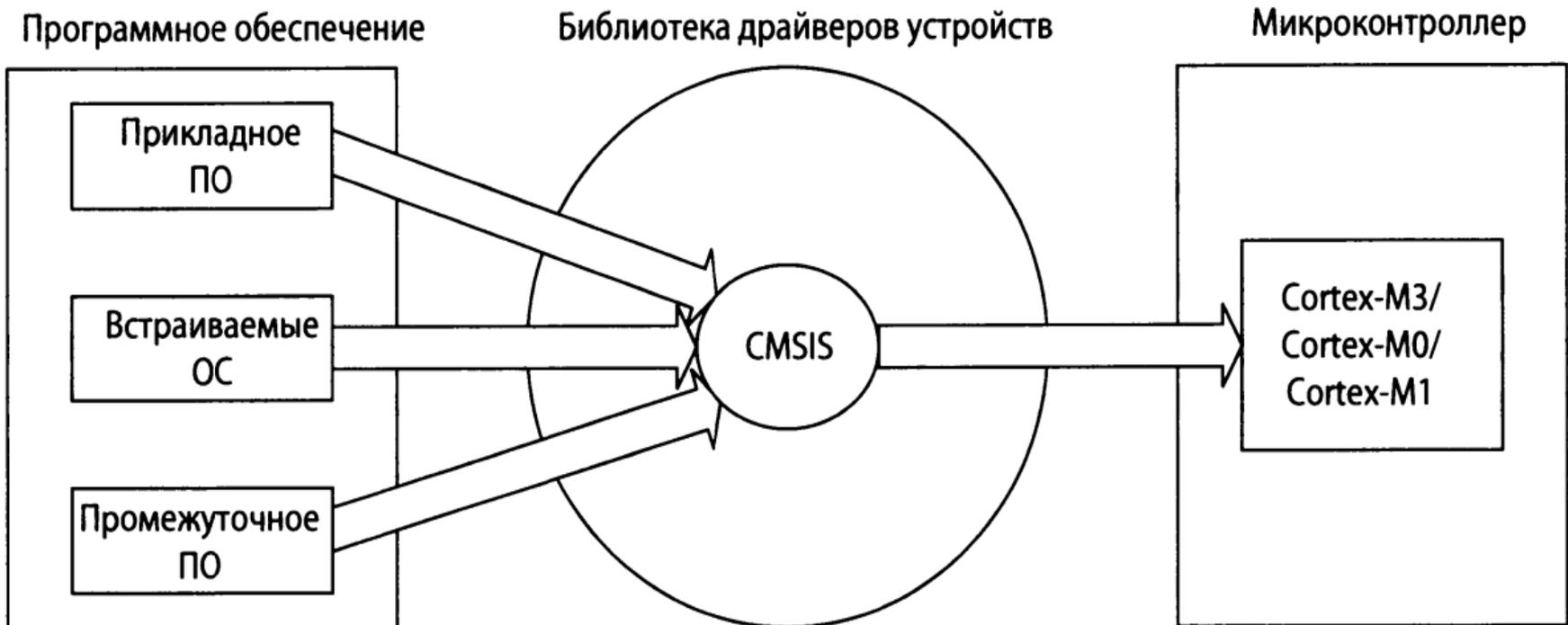
Управление любым ФМ

Управление, ввод, вывод осуществляется посредством записи в регистры ФМ

- Регистры можно упрощённо воспринимать как ячейки памяти, расположенные в ФМ, от отдельных битов которых выведены электрические связи, позволяющие:
 - управлять ФМ,
 - выводить сигнал на выводы МК
 - Вводить внешние сигналы с вывода МК в бит регистра

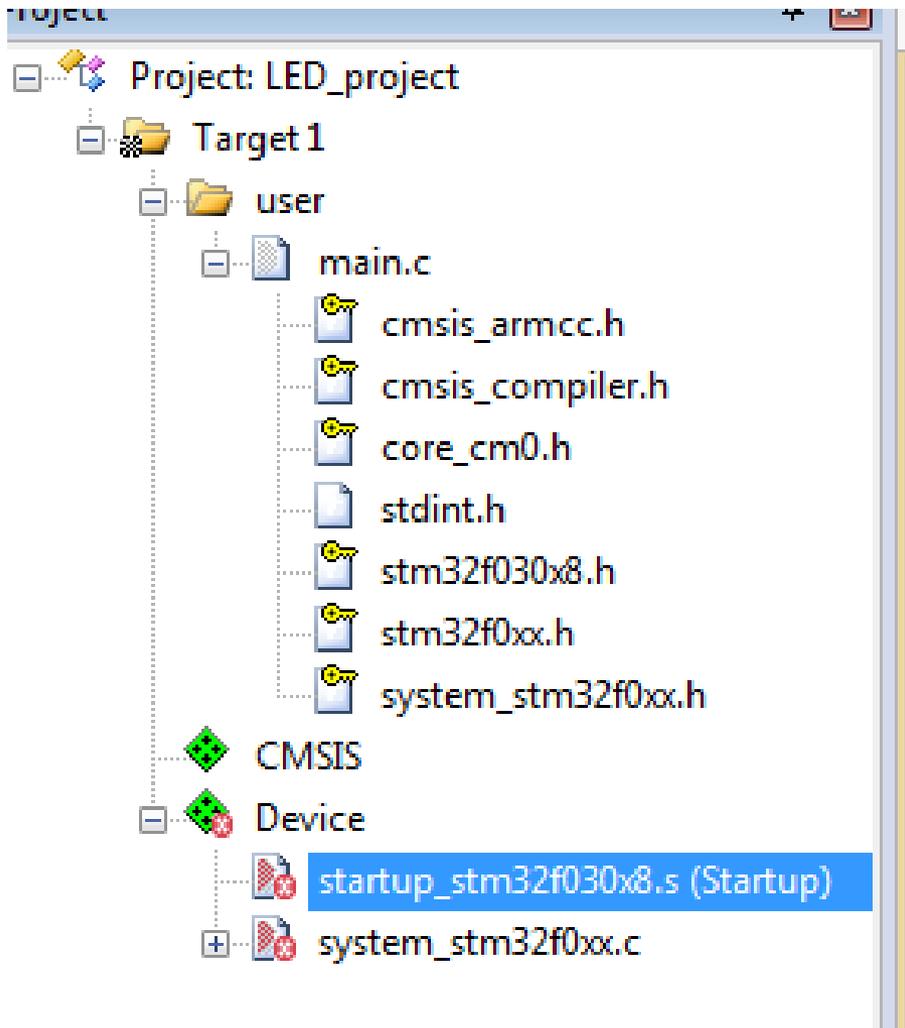
SMSIS , CUBE MX , HAL

CMSIS-Cortex Microcontroller Software Interface Standard библиотека, созданная компанией [ARM](#) на языке Си для микроконтроллеров, работающих на ядре Cortex



core_m0.c – описание встроенных функций;
core_m0.h – доступ к периферии ядра;
stm32f0xx.h –заголовочный файл. Здесь объявлены указатели на структуры и сами структуры для программирования регистров периферии и всех модулей микроконтроллера.
system_stm32f0xx.c – описание функций начальной инициализации периферии, в том числе и функция инициализации системы тактирования;
system_stm32f0xx.h - объявление функций начальной инициализации периферии, в том числе и функция инициализации системы тактирования;
startup_stm32f030.s – вектора прерываний;

При определении МК



При определении МК Кейл автоматом вставляет 2 стартовых файла в Подпапку RTE->Device-> папка МК и добавляет их в проект

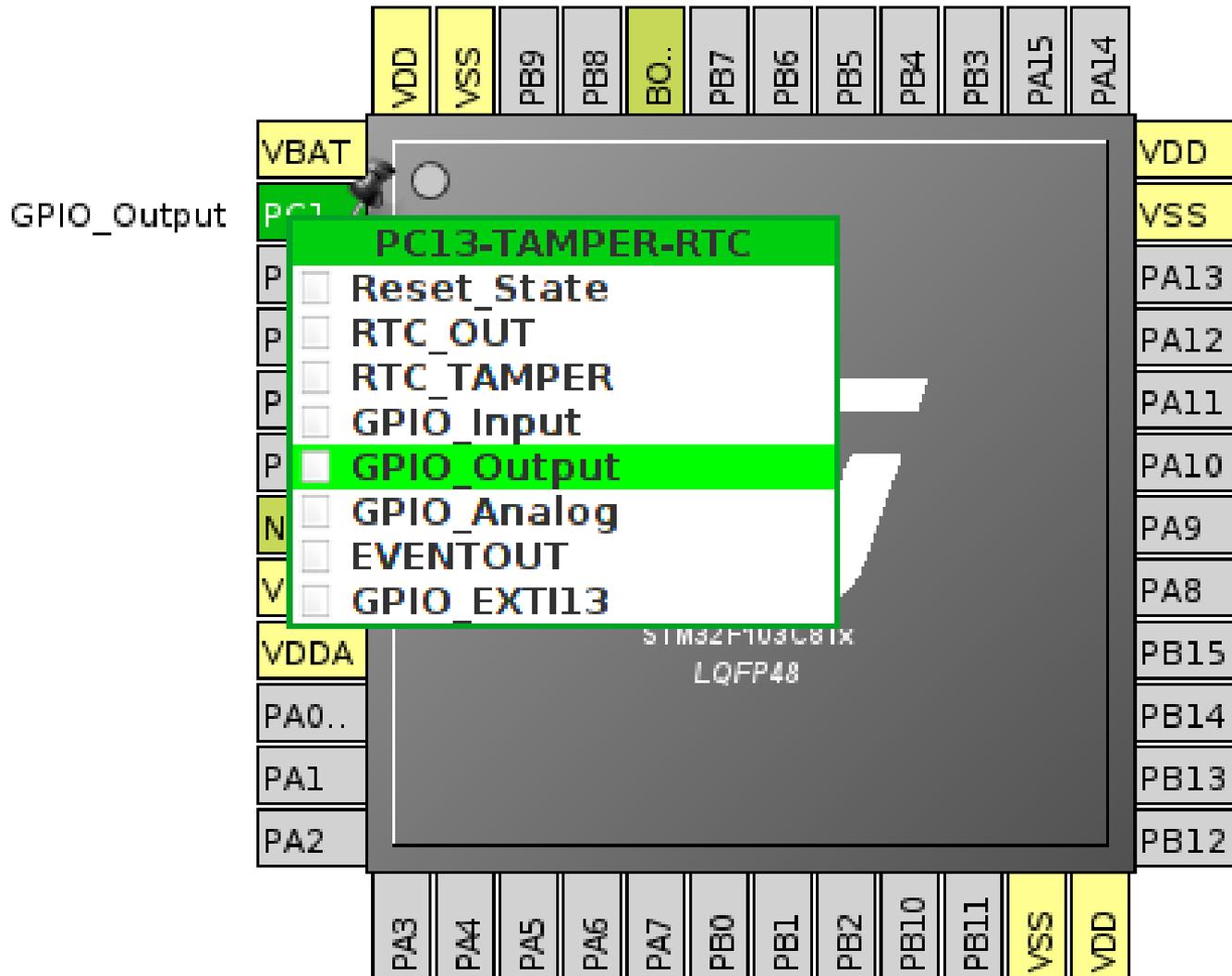
HAL

HAL (*Hardware Abstraction Layer*) — это библиотека для создания приложений на stm32, разработанная компанией ST в 2014 году.

CubeMX

STM32CubeMX — это программа для предварительной настройки МК и инициализации начального кода для различных сред разработки, - неотъемлемая часть HAL

Определение ножек в CubeMX





Pinout & Configuration

Clock Configuration

Project Manager

Tools

Additional Softwares

Pinout

Options

Categories A->Z

System Core

- DMA
- GPIO**
- IWDG
- NVIC
- RCC
- ✓ SYS
- WWDG

Analog

Timers

Connectivity

Computing

Middleware

GPIO Mode and Configuration

Configuration

Group By Peripherals

GPIO

Pin...	Signal...	GPIO ...	GPIO ...	GPIO ...	Maxim...	User L...	Modified
PC13...	n/a	Low	Output...	No pu...	Low	CLOC...	✓

4

PC13-TAMPER-RTC Configuration :

GPIO output level

GPIO mode

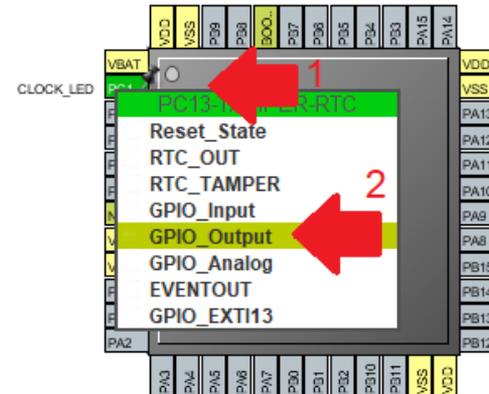
GPIO Pull-up/Pull-down

Maximum output speed

User Label

Pinout view

System view



5

MCUs Selection Output

Series	Lines	McU	Package	Required Peripherals
STM32F1	STM32F103	STM32F103C8Tx	LQFP48	None

Плюсы и минусы CMSIS+ регистры

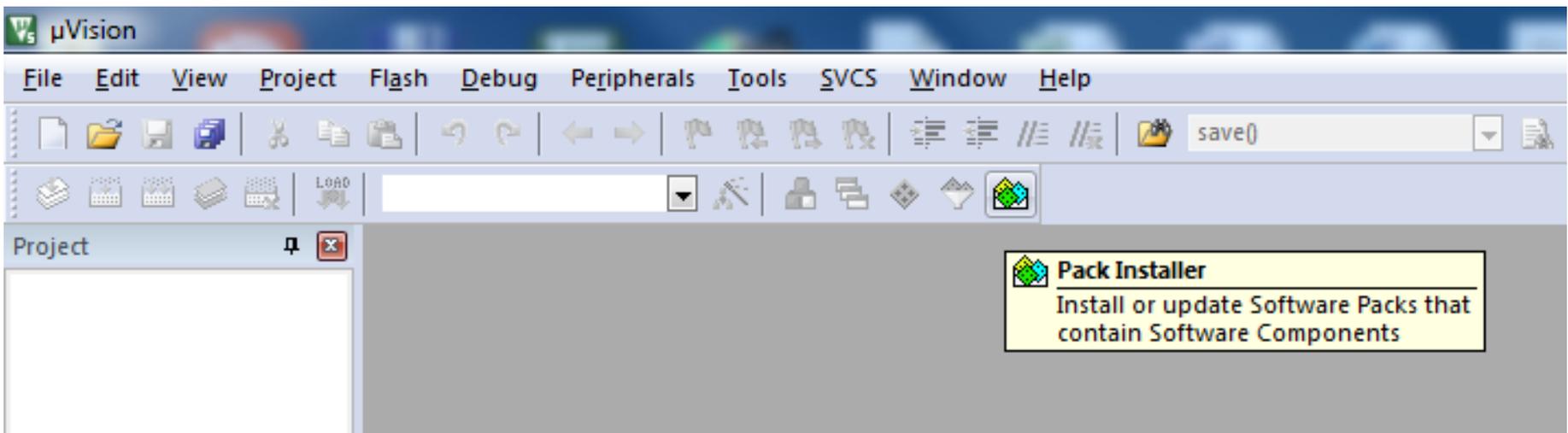
- + максимально быстрый код, минимальный размер кода;
- + несложно добавить описание своего/нового (росийского) МК;
- большая трудоемкость, возможны ошибки программиста;
- надо знать архитектуру и принцип работы ФМ и их регистров.

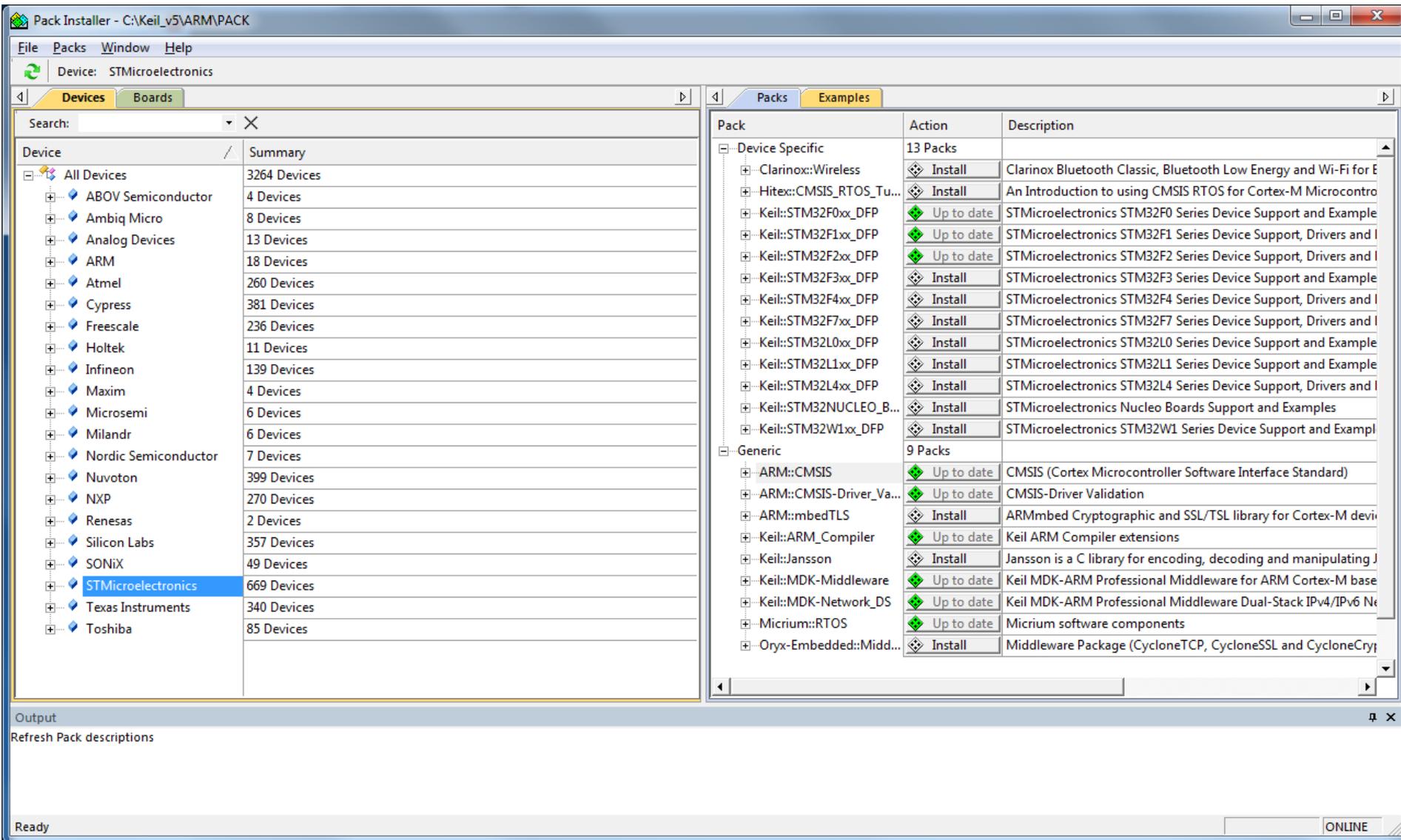
+и- HAL

- + простота настроек и работа с регистрами ФМ,
- + почти не требуется знание работы периферии и структуры регистров;
- + ускорение написания сложного кода
- + быстрый и простой перенос на другой кристалл МК
- + минимизация ошибок программиста за счёт применения проверок параметров настроек ФМ
- Избыточный код бОльшего размера чем SMSIS;
- Более медленный код;
- не для всех ARM МК (только для STM32xxxx)

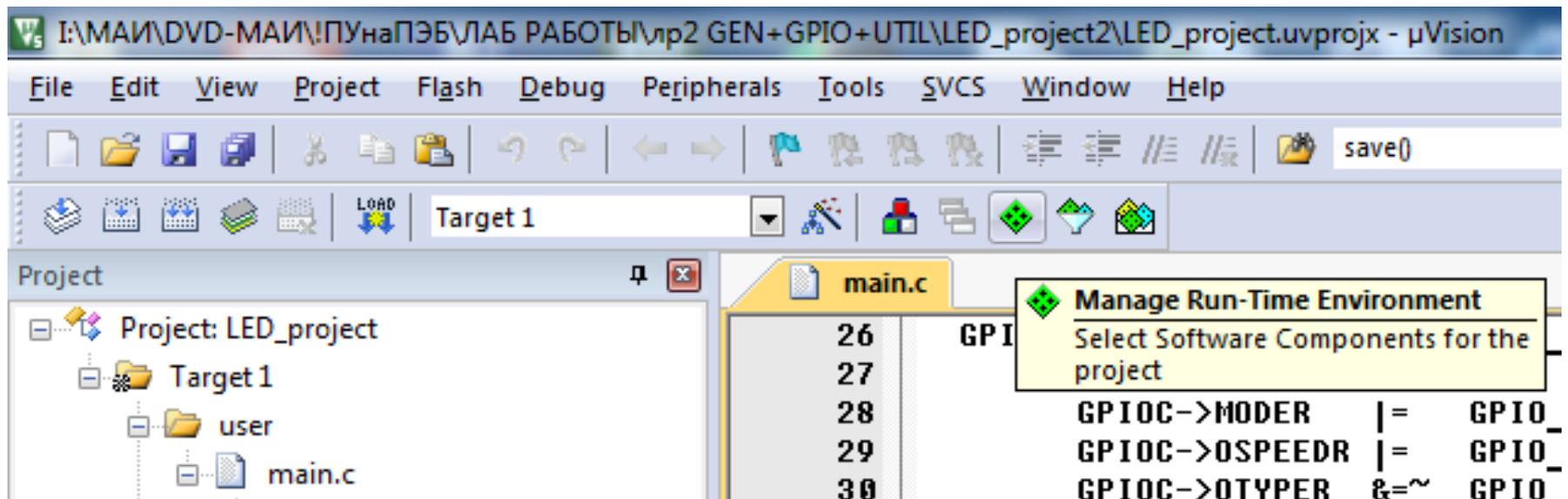
Установка

- Скачать дистрибутив с сайта st.com
- Установить Keil 5.28a
- Установить пакет для семейства STM32F0xx с помощью Pack Installer.



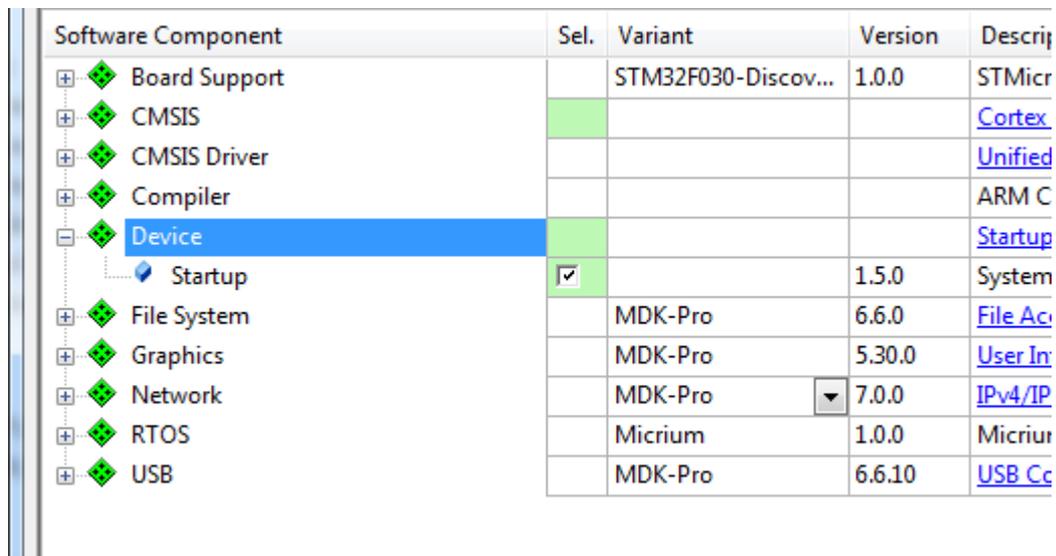


- Открыть проект ЛР
- Вызвать Manage RTE



Выбрать стрелкой в пункте Device
CMSIS (вместо HAL)

Все строки должно быть зелёными или белыми



Software Component	Sel.	Variant	Version	Descrip
Board Support		STM32F030-Discov...	1.0.0	STMicr
CMSIS				Cortex
CMSIS Driver				Unified
Compiler				ARM C
Device				Startup
Startup	<input checked="" type="checkbox"/>		1.5.0	System
File System		MDK-Pro	6.6.0	File Ac
Graphics		MDK-Pro	5.30.0	User In
Network		MDK-Pro	7.0.0	IPv4/IP
RTOS		Micrium	1.0.0	Micriur
USB		MDK-Pro	6.6.10	USB Cc

Система тактирования в STM32F0xx

МОДУЛЬ RCC

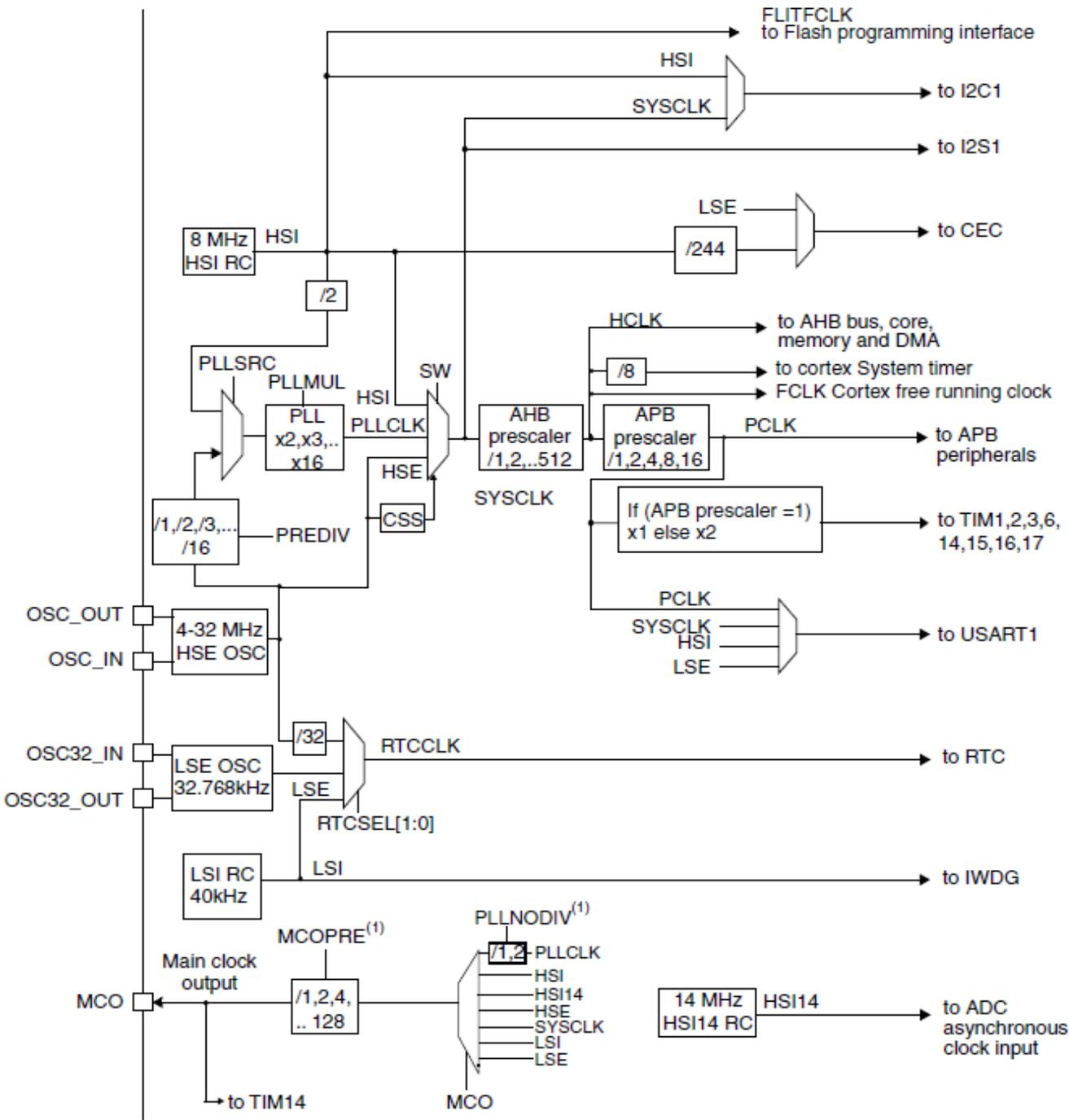
- Все узлы МК STM являются синхронными цифровыми устройствами и требуют для работы тактовой частоты синхронизации.
- Для генерации и распределения тактовых частот и сигналов аппаратного сброса (reset) предназначен модуль

RCC – **R**eset and **C**lock **C**ontrol

RCC содержит минимум 5-6 управляемых генераторов:

- HSI- высокочастотный внутренний RC 8МГц
- HSE- высокочастотный внешний (кварцевый) 4-32 МГц
- LSI – низкочастотный внутренний RC 40кГц
- LSE – низкочастотный внешний (кварцевый, часовой) 32768 Гц = 2^{15}
- HSI_14 высокочастотный внутренний RC для АЦП 14МГц
- HSI_48 для USB 48МГц (нет у CM0=STM32F0xx)

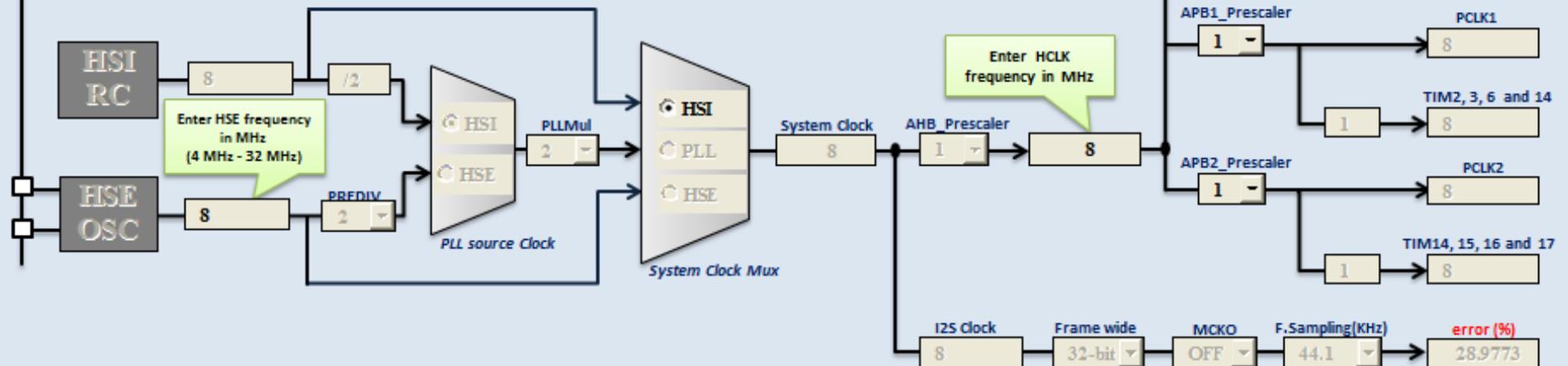
- Частоты генераторов H1S и HSE можно менять делителями (DIV) и умножителями частоты с ФАПЧ (PLL)
- Периферия подключена к трём шинам АHB-высокочастотный блок (память, ПДП(DMA))
- APB1- быстрые устройства
- APB2- медленные



STM32F0xx System clock configuration V1.0.1

© COPYRIGHT 2012 STMicroelectronics
MCD Application Team

Clock Source



Configuration Mode : Wizard

Flash Latency (WS) : 0

Prefetch Buffer : ON

Enable I2S clock

Run Generate Reset



- После включения или ресета работает только HIS 8МГц. Вначале процессорное ядро работает на частоте 8 МГц и синхронизация всех ФМ происходит от этого генератора.
- Затем программа может включить другие генераторы и переключать тактирование на другие частоты –у SM0- до 48 МГц, у SM4 до 240 МГц , у SM7 –до 480МГц
- Настройка тактирования в стартовом файле Startup_STM32F0xx.c

Преимущества и недостатки Генераторов

- HSI LSI HSI_40- внутренние RC генераторы не требуют доп. деталей. Но имеют низкую точность ($\pm 5.. 10\%$) и стабильность частоты.
- HSE LSE - требуют внешней детали- кварцевый резонатор + 2 конденсатора, но имеют высокую точность и временную и температурную стабильность частоты (10^{-6})

Регистры RCC

- RCC_CR –управляющий регистр- включение генераторов, умножителей, подстройка HSI

7.4.1 Clock control register (RCC_CR)

Address offset: 0x00

Reset value: 0x0000 XX83 where X is undefined.

Access: no wait state, word, half-word and byte access

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	PLL RDY	PLLON	Res.	Res.	Res.	Res.	CSS ON	HSE BYP	HSE RDY	HSE ON
						r	rw					rw	rw	r	rw
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
HSICAL[7:0]							HSITRIM[4:0]					Res.	HSI RDY	HSION	
r	r	r	r	r	r	r	r	rw	rw	rw	rw	rw		r	rw

RCC_CFGR - Конфигурационный регистр- задание коэффициентов деления и умножения

7.4.2 Clock configuration register (RCC_CFGR)

Address offset: 0x04

Reset value: 0x0000 0000

Access: $0 \leq \text{wait state} \leq 2$, word, half-word and byte access

1 or 2 wait states inserted only if the access occurs during clock source switch.

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
PLL NODIV	MCOPRE[2:0]			MCO[3:0]				Res.	Res.	PLLMUL[3:0]				PLL XTPRE	PLLS RC
rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw			rw	rw	rw	rw	rw	rw
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PLLS RC[0]	ADCP RE	Res.	Res.	Res.	PPRE[2:0]			HPRE[3:0]				SWS[1:0]		SW[1:0]	
rw	rw				rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	r	r	rw	rw

RCC_APB2RSTR и

RCC_APB1RSTR – задание сигнала ресет на ФМ блока 2 и 1

7.4.5 APB peripheral reset register 1 (RCC_APB1RSTR)

Address offset: 0x10

Reset value: 0x0000 0000

Access: no wait state, word, half-word and byte access

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Res.	CEC RST	DAC RST	PWR RST	CRS RST	Res.	CAN RST	Res.	USB RST	I2C2 RST	I2C1 RST	Res.	USART4 RST	USART3 RST	USART2 RST	Res.
	rw	rw	rw	rw		rw		rw	rw	rw		rw	rw	rw	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Res.	SPI2 RST	Res.	Res.	WWDG RST	Res.	Res.	TIM14 RST	Res.	Res.	TIM7 RST	TIM6 RST	Res.	Res.	TIM3 RST	TIM2 RST
	rw			rw			rw			rw	rw			rw	rw

RCC_APB1ENR – разрешение подачи сигнала тактирования в первом блоке

7.4.8 APB peripheral clock enable register 1 (RCC_APB1ENR)

Address: 0x1C

Reset value: 0x0000 0000

Access: word, half-word and byte access

No wait state, except if the access occurs while an access to a peripheral on APB domain is on going. In this case, wait states are inserted until this access to APB peripheral is finished.

Note: When the peripheral clock is not active, the peripheral register values may not be readable by software and the returned value is always 0x0.

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Res.	CEC EN	DAC EN	PWR EN	CRS EN	Res.	CAN EN	Res.	USB EN	I2C2 EN	I2C1 EN	Res.	USART 4EN	USART 3EN	USART 2EN	Res.
	rw	rw	rw	rw		rw		rw	rw	rw		rw	rw	rw	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Res.	SPI2 EN	Res.	Res.	WWDG EN	Res.	Res.	TIM14 EN	Res.	Res.	TIM7 EN	TIM6 EN	Res.	Res.	TIM3 EN	TIM2 EN
	rw			rw			rw			rw	rw			rw	rw

Другие регистры:

- **RTC domain control register (RCC_BDCR)**
- **Control/status register (RCC_CSR)**
- **AHB peripheral reset register (RCC_AHBSTR)**
- **Clock configuration register 2 (RCC_CFGR2)**
- **Clock configuration register 3 (RCC_CFGR3)**
- **Clock control register 2 (RCC_CR2)** для HSI14 и HSI48

- Для настройки=создания файла Startup_STM32F0xx существует Клок конфигуратор- в формате файла EXEL
- После сохранения файла заменить типовой файл (HSI 8мгц) на новый в папке проекта RTE-DEVICE-xxxx