

MASTERS 2016

The Premier Technical Training Conference for Embedded Control Engineers



M32

**Обзор семейств MIPS M4K,
Cortex M4/M7 (PIC32 & SAM),
MPU Cortex A5**

Atmel®



MICROCHIP

MASTERS 2016

До наших дней...



Atmel®



И что сейчас?

Atmel®

Настоящее время

Один за всех и все за одного . . .



8-bit

16-bit

32-bit

Connectivity

Atmel

Содержание

- **32-битные микроконтроллеры**
- **32-битные процессоры**

MASTERS 2016

The Premier Technical Training Conference for Embedded Control Engineers

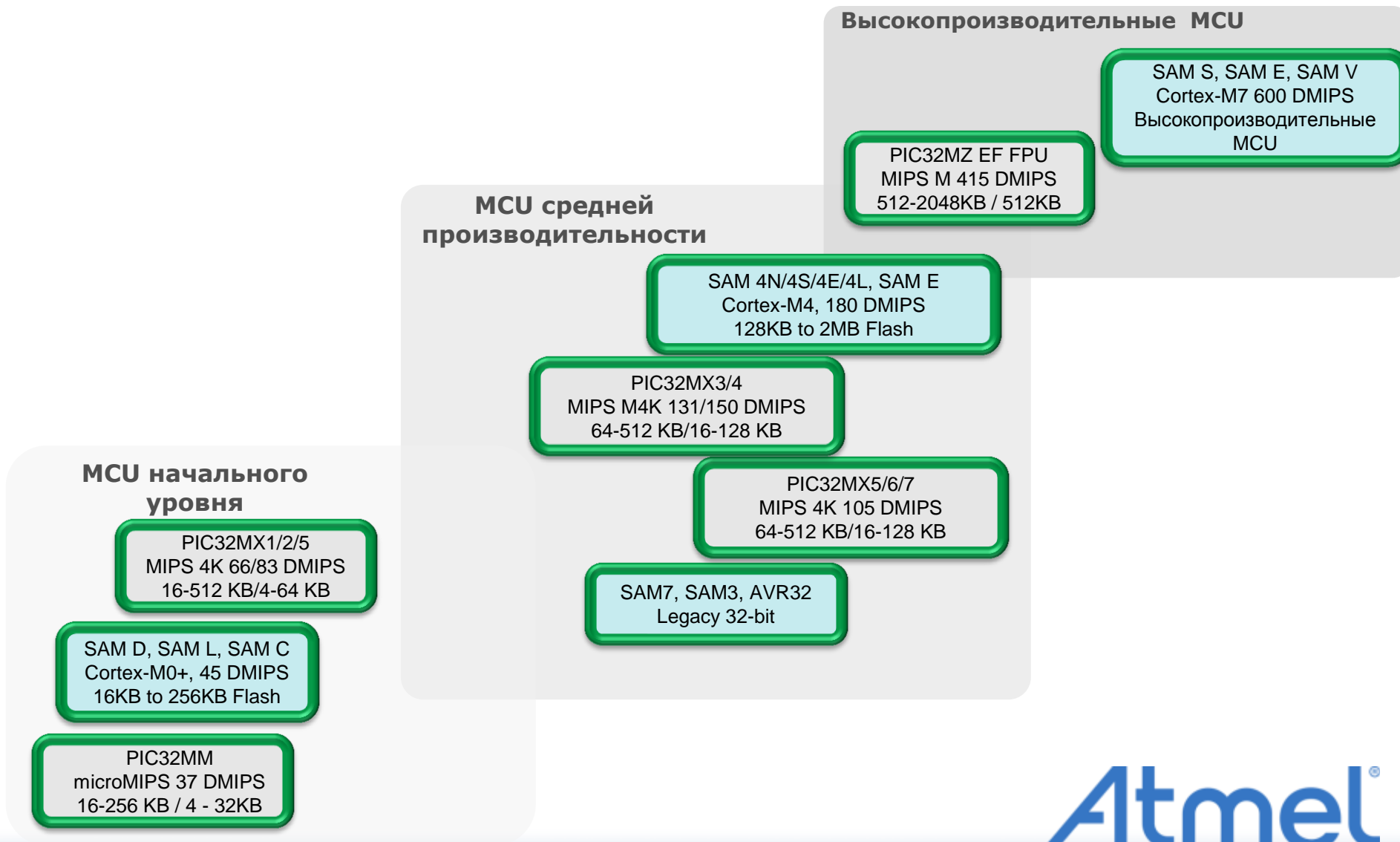


32-разрядные микроконтроллеры

Atmel®



32-битные микроконтроллеры

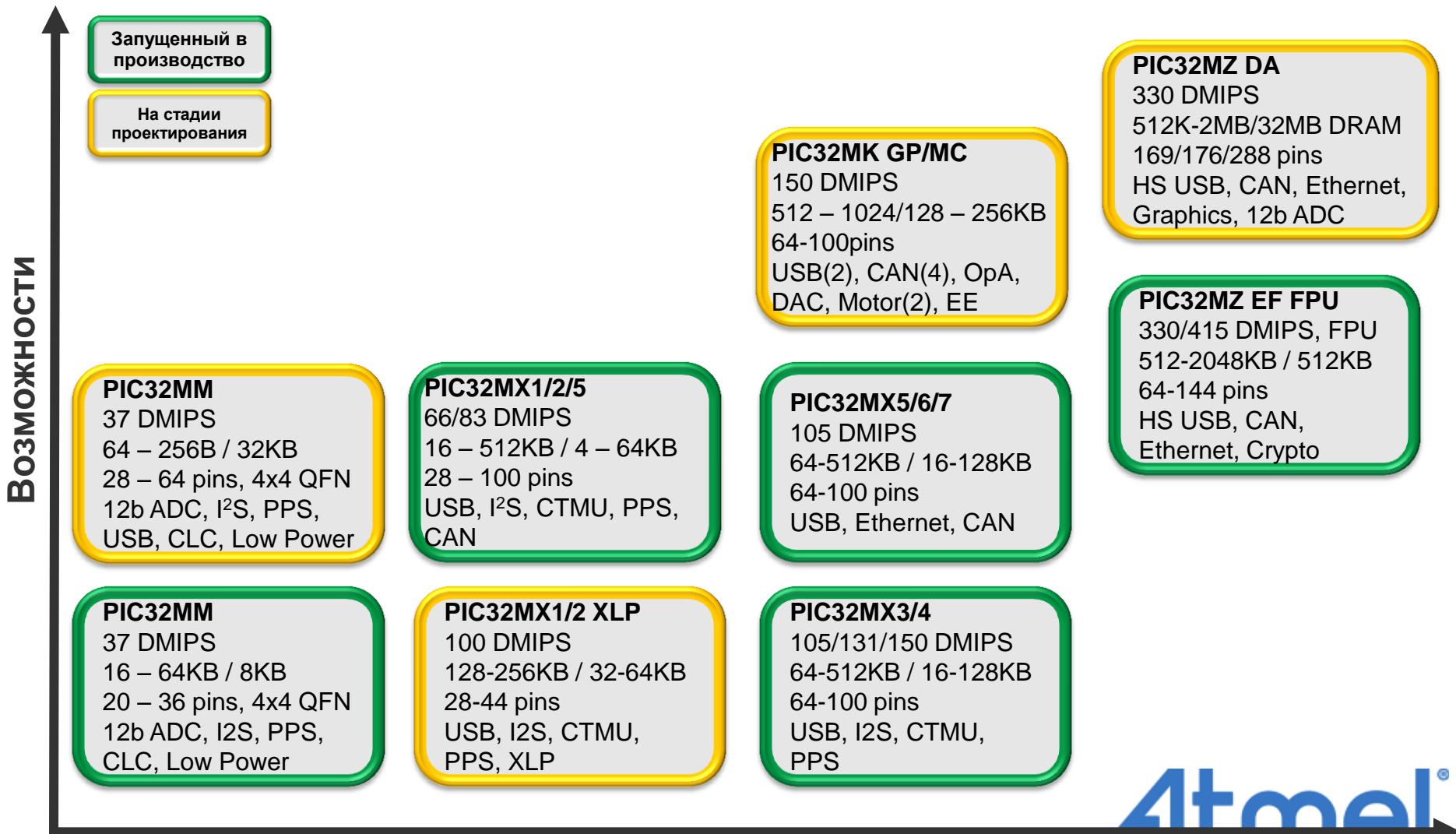




MICROCHIP

MASTERS 2016

PIC32



Семейство PIC32MM0064GPL036 microMIPS™

Что нового ?

- **Малопотребляющий PIC32**
 - Sleep Mode 500 нА
- **Недорогой PIC32**
 - Начиная от \$0.60
- **Компактный PIC32**
 - 4x4 мм

Основное

- 20, 28 и 36 выводов
- 64 KB Flash, 8 KB RAM
- 2.0 ... 3.6 В

Периферия

- ПНЯ
- 2 CLC
- 2 SCCP, 1 MCCP, 16-bit Timer
- RTCC, WDT
- АЦП 12 бит, 14 кан.
- 2 UART with LIN
- 2 SPI w/ I²S
- Peripheral Pin Select

Семейство PIC32MM0256GPM064 microMIPS™

Что нового?

- в дополнении к предыдущим PIC32MM:
 - USB
 - 256 KB Flash
 - Корпуса 48 и 64 выводов
- Низкое потребление энергии
 - Sleep Mode 500 нА

Основное

- 28, 36, 48 и 64 выводов
- 2.0 ... 3.6 В

Периферия

- USB 2.0
- ПНЯ
- 4 CLC
- 6 SCCP, 3 MCCP
- RTCC, WDT
- АЦП 12 бит, до 20 кан.
- 3 UART with LIN
- 3 SPI w/ I²S, 3 I²C
- Peripheral Pin Select

Семейство PIC32MX1/2 XLP

Основное

- MIPS M4K Core
- Flash: до 256 KB
- RAM: до 64 KB
- 28 SOIC/QFN, 44 QFN/TQFP

Что нового?

- Режимы XLP Sleep
 - Deep sleep <800 нА
 - Extreme deep sleep <100 нА
- Питание Vbatt
 - LPRC <800 нА

Периферия

- USB-OTG + PHY
- 2 UART
- 2 SPI/I2S
- 2 I2C
- АЦП 10 бит
- 3 компаратора
- PMP / PPS

Семейство PIC32MZ DA

Основное

- 330 DMIPS M-5150 Core
- Flash: до 2 MB с ECC
 - Live Update / Dual Panel
- RAM: до 640 KB
- Расширение памяти:
 - 32MB встроенная DDR2
 - 128MB внешняя DDR2

Периферия

- SQI, SDIO
- HS USB-OTG + PHY
- 10/100 Ethernet MAC
- 2 модуля CAN 2.0b
- 6 UART, 6 SPI / I²S, 5 I²C
- 6 АЦП 12 бит, 6 УВХ
- HW Encryption Module

Что нового?

- 24-битный 2D графический сопроцессор
- ЖКИ контроллер
- 176 LQFP, 169 и 288 BGA



SAM MCU Модельный ряд

Запущено в
производство

На стадии
проектирования

Возможности ↑

SAML21/22

45 DMIPs M0+
32-256KB/4-32KB/8KB
32-100 pins
ULP, 12b ADC, 10b DAC,
PTC, LCD, Crypto, USB

SAMG51/G53/G54/G55

45-150 DMIPS, M4F
256-512KB / 64-96 KB
48-100 pins
Low Power, Small
Package, 12bADC, USB

SAMD51/E51

180 DMIPS, M4F
1024KB/256KB/8KB EE
48 – 120 pins
12b ADC/DAC, USB,
Crypto, CAN-FD, Ether

SAMU70/V72

600 DMIPS, M7
1024KB/384KB/8MB
100 – 176 pins
HS USB, Crypto, CAN-
FD, Ether, GPU/LCD

SAMD10/D20/D11/D21

45 DMIPS M0+
8 – 256 KB / 2-32 KB
14-64 pins
12b ADC, 10b DAC,
PTC, USB

SAM4L

45 DMIPS, M4F
128-512KB / 32-64 KB
48-100 pins
Low Power, LCD, 12b
ADC, DAC

SAMS70/E70/V71 B

600 DMIPS, M7

SAMDA1

45 DMIPS M0+
16-128 KB / 4-8 KB
32-64 pins
Automotive, 12b ADC,
10b DAC, PTC, USB

SAMC21N

45 DMIPS, M0+
128-256KB/32KB/8KB
100 pins,
12b ADC, 5V, CCL,
Dual CAN-FD, PTC

SAM4S/4E

150 DMIPS, M4
128KB-2MB / 64-160KB
48-144 pins
USB, CAN(2), Ethernet,
12b ADC, 12B DAC

SAMS70/E70

300MHz/600 DMIPS
512KB – 2MB / 384KB
64-144 pins
HS USB, CAN-FD,
Crypto, Ethernet

SAML10

23 DMIPS, Adv Core
8 – 32KB / 4KB
24 – 32 pins
ULP, 12b ADC, 10b
DAC, CCL, Crypto

SAMC2x

45 DMIPS M0+
32-256 KB/4-32K/8KB
32-64 pins
Dual CAN, 5V, 12b
ADC,

SAM4N

125 DMIPS, M4
512KB-1MB / 64-80 KB
48-100 pins
12b ADC, 10b DAC

SAMV70/V71

300MHz, M7
512KB – 2MB / 384 KB
64-144 pins
Auto, HS USB, CAN-
FD, Crypto, Ethernet

Семейство SAM D51/E51

Основное

- Cortex-M4 with FPU
 - 120 MHz / 180 DMIPS
 - 4kByte Cache or TCM
- Memory
 - Flash: до 1 MB с ECC
 - RAM: до 256 KB
 - EEPROM до 8KByte

Питание и потребление

- От 1.71В до 3.6В
- 75мкА/МГц в Active Mode
- Hibernate
 - с 32kB SRAM = 3.2мкА
 - с 256kB SRAM = 10мкА
- Backup RTC
 - 3.4мкА с 4k SRAM
 - 2.6мкА без питания ОЗУ

Периферия

- Связь
 - 2 модуля CAN-FD
 - Ethernet 10/100
 - USB full-speed device and host
- до 2x SDIO и 1x QSPI
- 2x АЦП 12 бит/ЦАП 12 бит
- Peripheral Touch Controller
- Dual Voltage GPIO
- Event System и DMA
- Crypto
 - AES, ECC, SHA, RSA, DSA
 - TRNG
 - Tamper Detection

Семейство SAMU70/V72

Основное

- 300 MHz Cortex-M7 with FPU
 - 16kB I&D Cache
- Flash: до 1 MB с ECC
- RAM: до 384 KB
- Внешняя SDRAM до 8MB
- Корпуса 100, 144, 176 выводов

Графический интерфейс

- Интерфейс дисплея (RGB)
- Контроллер
 - Overlay/scaling/alpha blending
 - 2D ускоритель
- Интерфейс камеры (12-битный)

Периферия

- Связь
 - HS USB, FS USB
 - 10/100 Ethernet
 - 4 модуля CAN-FD
- Внешняя память
 - EBI (External Bus)
 - 2 HSMCI/SDIO/eMMC
- Интерфейсы
 - I2S(2) / SSC(1)
 - 10 Flexcom (USART, SPI, I2C)
 - QSPI
- АЦП 12 бит / ЦАП 12 бит
- Усилитель Class D
- Crypto
 - TRNG, AES256, SHA256

MASTERS 2016

The Premier Technical Training Conference for Embedded Control Engineers



Atmel SMART SAM S70 / E70 Системная архитектура

Atmel®

Основные сведения

Atmel | SMART SAM S70 / E70 Flash MCUs

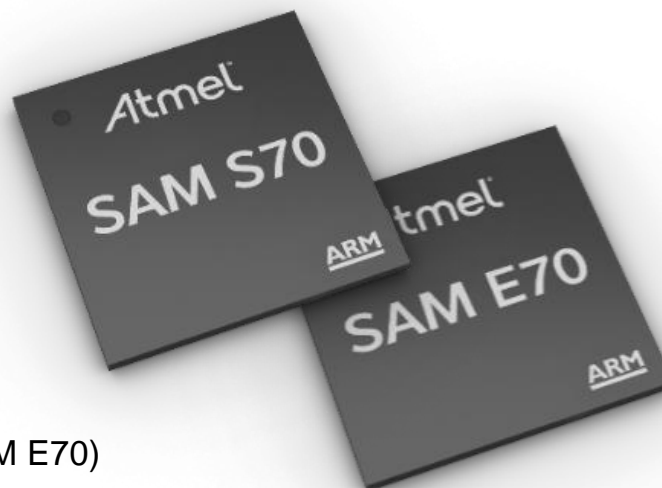
- Самая высокая производительность на сегодня среди ARM Cortex-M
- Первый на рынке Cortex-M7 MCU
 - Анонсирован в марте 2015
 - Серийное производство сегодня
- Комбинация производительности и простоты
- Предназначен для потребительских, промышленных и автомобильных приложений



Основные сведения

SAM S70 / E70 Ключевые особенности

- **Cortex™ M7 Core**
 - 300MHz / 16kB of I- & D-Cache / до 256kB of TCM SRAM
 - DSP & FPU Extensions / MPU / ETM
- **Встроенная память**
 - 512kB / 1 MB / 2MB Flash
 - до 384kByte SRAM
 - Static memories + интерфейс SDRAM
- **Периферия**
 - High Speed USB + PHY
 - Интерфейс камеры
 - 10/100 Mbps Ethernet / 2 модуля CAN-FD (SAM E70)
 - Аналоговые компоненты и ШИМ
- **Малое потребление: от 500 мкА (RAM retention) / 3,5 мкА BACKUP**
- **Корпуса:**
 - BGA:100, 144 / QFP: 64, 100, 144 / QFN: 64
- **Температурный диапазон: -40°C to +105°C**



Основные сведения

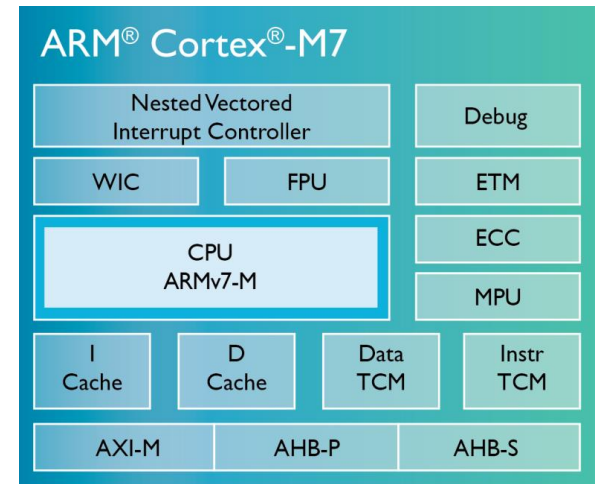
SAM S70 / E70 vs. SAM V7x

Периферия	SAM S70	SAM E70	SAM V70	SAM V71
2 модуля CAN	-	X	X	X
Ethernet MAC	-	X	-	X
Media LB	-	-	X	X
	Промышленный		Автомобильный AEC-Q100 Qualified	

Основные сведения

Cortex-M7 Основные особенности

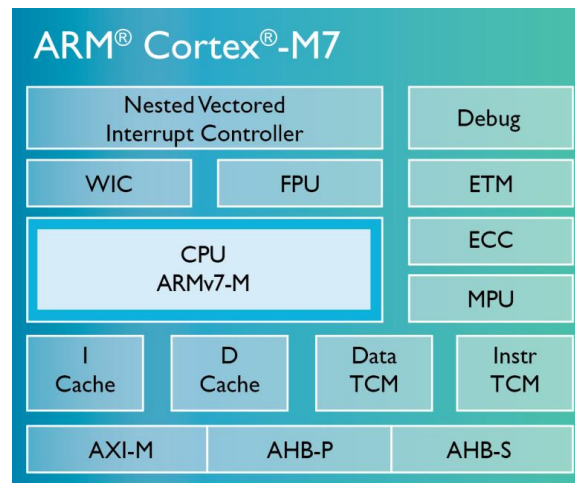
- **Высокопроизводительное ядро**
 - Лидер в своем классе, достигает 5 CoreMark/MHz
 - 2.14 DMIPS/MHz
 - 6-ступенчатый суперскалярный конвейер
- **Мощный DSP**
 - Замена MCU+DSP решений
 - 2x DSP производительность Cortex-M4
- **Одинарная и двойная точность FPU**
 - IEEE 754 compliant
- **100% бинарная совместимость с Cortex-M4 благодаря ARMv7E-M архитектуре**



Основные сведения

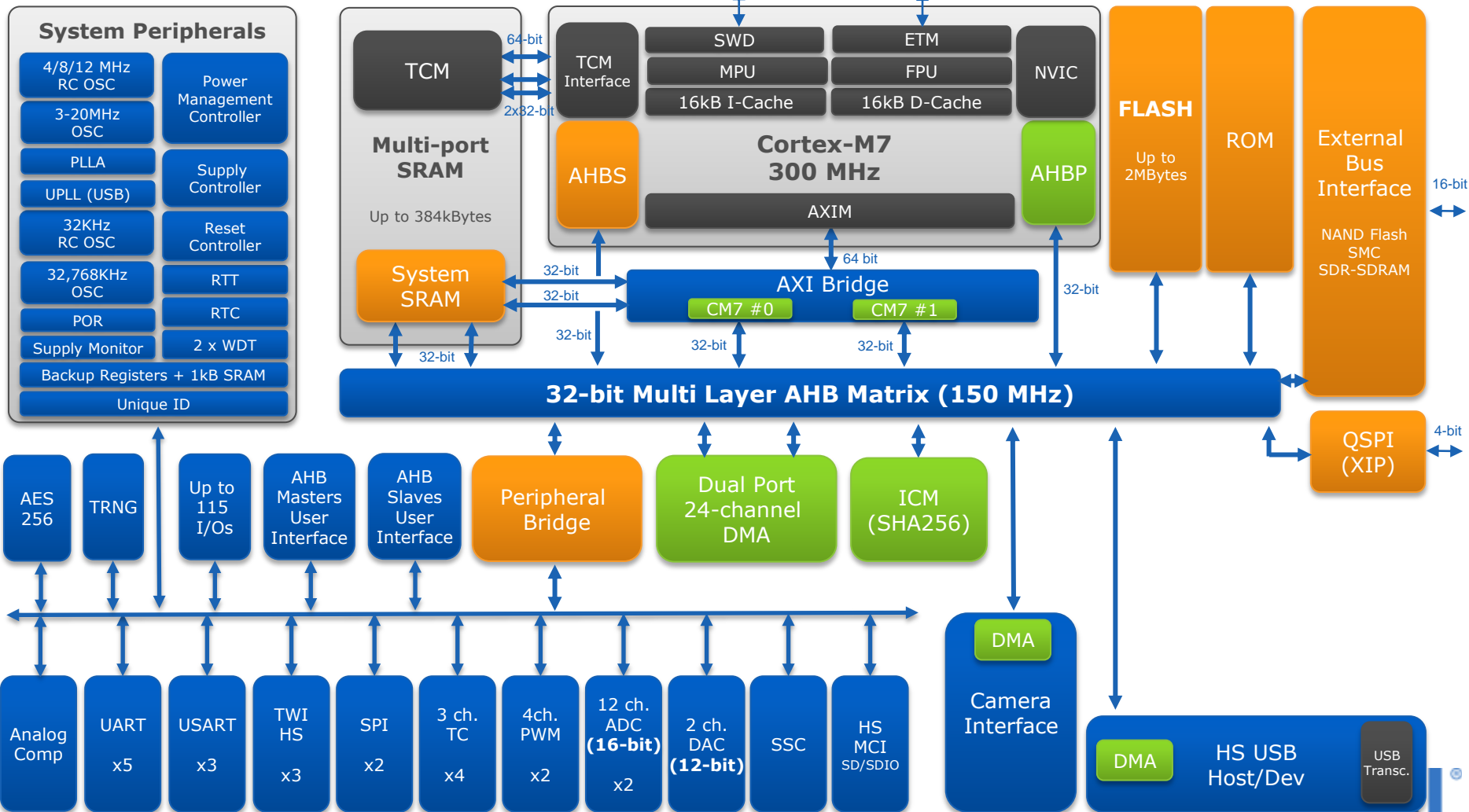
Cortex-M7 Основные особенности

- Кэши данных и команд
- Память TCM для данных и команд (Tightly-coupled memory)
- Гибкая система памяти
 - 64-bit AXI Master Interface with I- and D-cache access
 - 32-bit AHB-Lite Peripheral Port (AHBP) for low latency peripherals
 - 32-bit AHB-Lite Slave (AHBS) to access TCM using DMA
- Особенности безопасности
 - Модуль защиты памяти (MPU)
 - Встроенные трассировки (ETM)
 - ECC для кэшей



Системная архитектура SAM S70 Блок-схема

AHB Masters
AHB Slaves

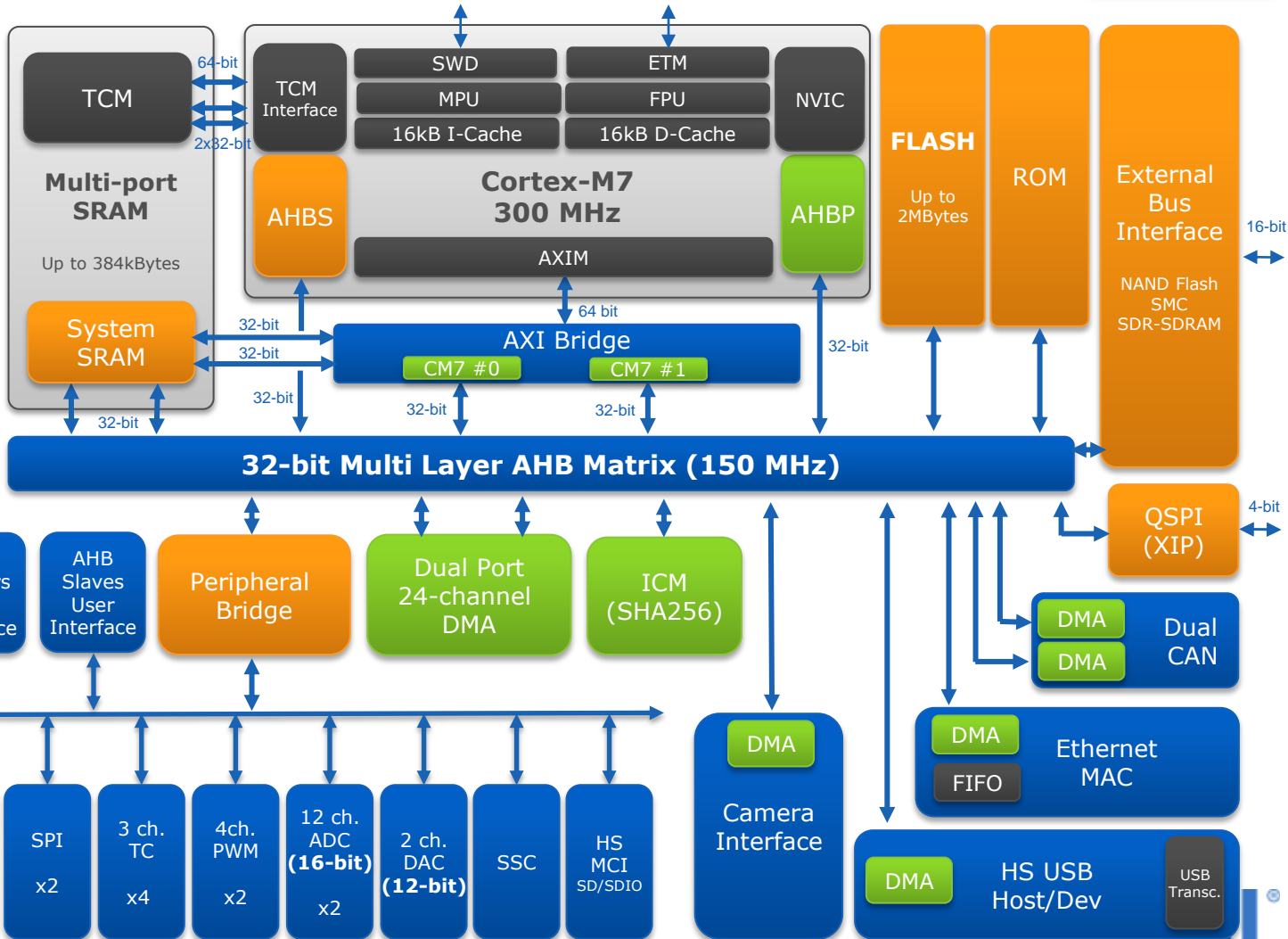


Системная архитектура SAM E70 Блок-схема

AHB Masters
AHB Slaves

System Peripherals

4/8/12 MHz RC OSC	Power Management Controller
3-20MHz OSC	Supply Controller
PLLA	Reset Controller
UPLL (USB)	RTT
32KHz RC OSC	RTC
32,768KHz OSC	POR
32,768KHz OSC	Supply Monitor
POR	2 x WDT
Backup Registers + 1kB SRAM	Unique ID



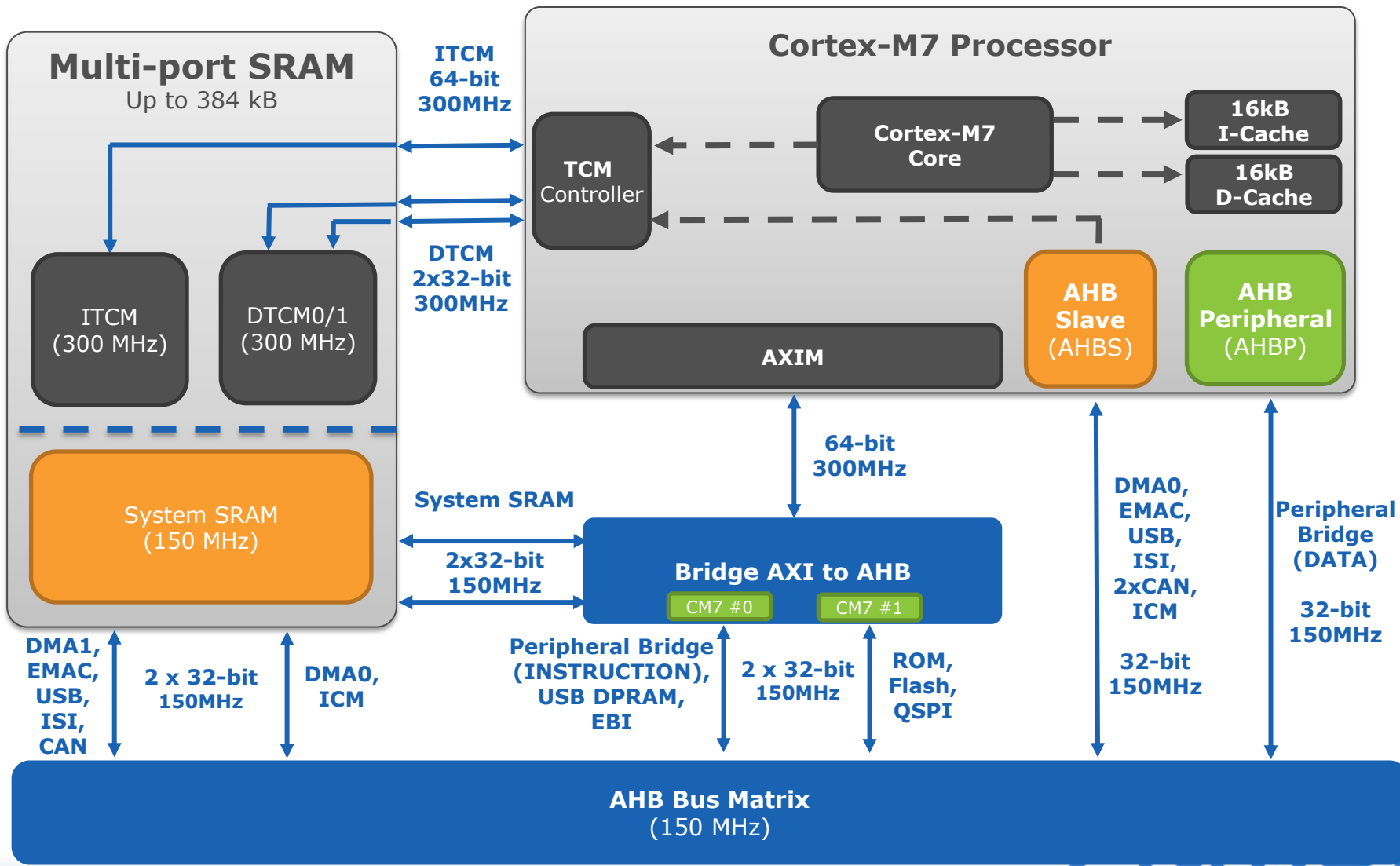
Системная архитектура

Встроенная память

- **До 2MB Flash памяти (512kB / 1MB / 2MB)**
 - Одна панель Flash
 - 5 Wait States @150MHz
 - Бит запрета отладки (SW-DP, ETM, FFPI)
 - 128 блоков одинакового размера с защитой от стирания/программирования
- **До 384kB много-портовой ОЗУ**
 - 256kB в 512kB Flash
 - Разделение между TCM и системной RAM
- **1kB Backup SRAM**
 - Питание от VDDCORE по умолчанию
 - Автоматическое переключение на Backup
- **ROM**
 - Утилита SAM-BA
 - Внутрисхемная загрузка и прошивка
 - Fast Flash Programming Interface

Системная архитектура

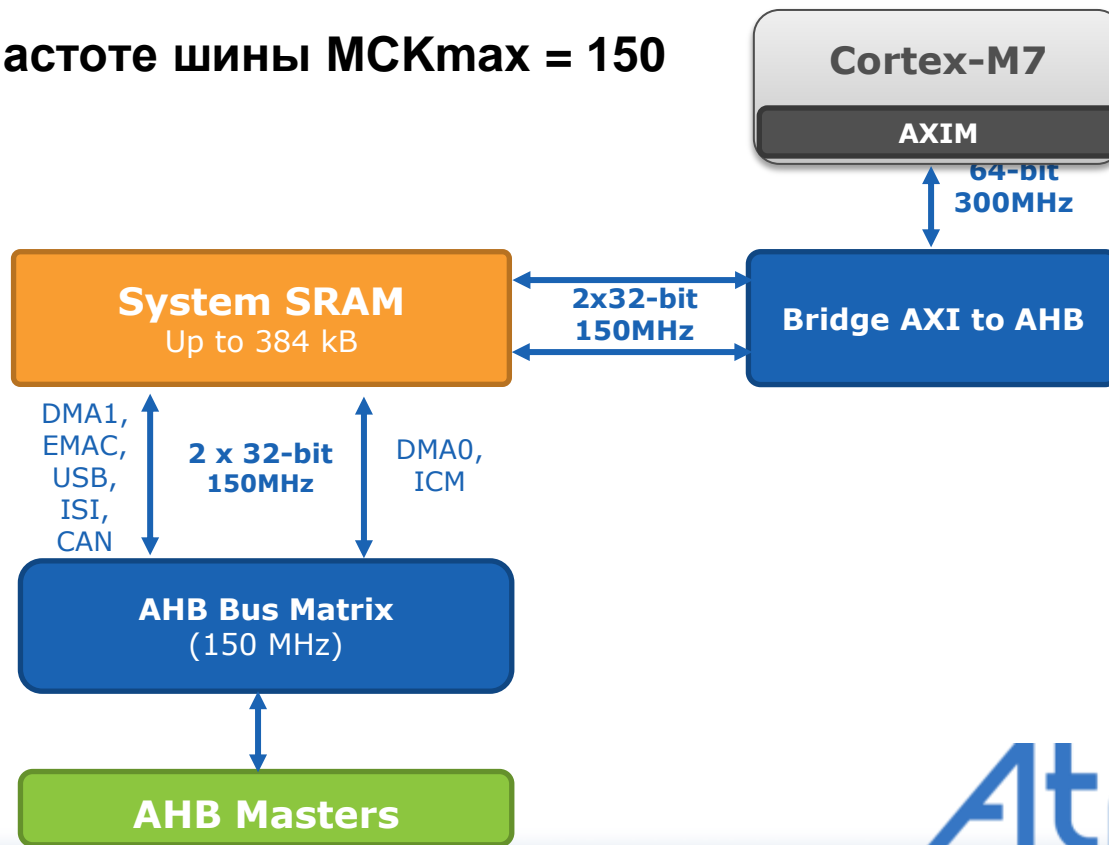
Соединения



Системная архитектура

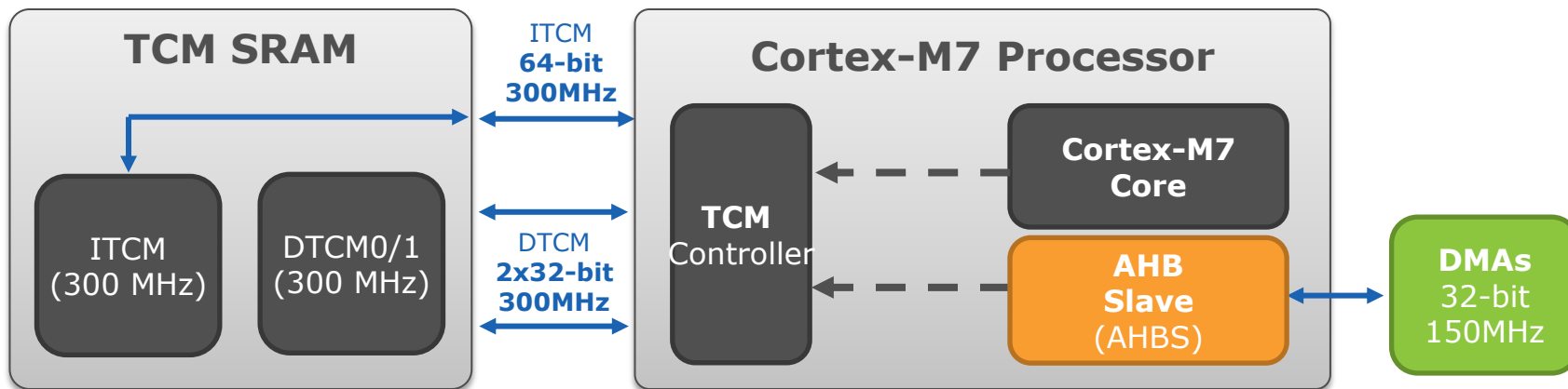
Системная SRAM

- Много портовая ОЗУ с четырьмя портами
 - Два порта для Cortex-M7
 - Два порта для АНВ
- Работает на частоте шины МСКmax = 150 МГц



Системная архитектура TCM

- «Сильно связанная память» для детерминированной производительности и задержек
- TCM работает на скорости процессора (HCLKmax = 300 МГц)
 - Области памяти TCM также могут быть доступны через DMA



- **ITCM** - единый 64-битный интерфейс
 - Позволяет использовать преимущества суперскалярного конвейера Cortex-M7
- **DTCM** состоит из сдвоенных 32-битных интерфейсов
 - Оптимизирует одновременный доступ между ядром и DMA (через AHBS)

Системная архитектура

TCM SRAM Конфигурация

- Конфигурация памяти TCM осуществляется с помощью General Purpose NVM* (GPNVM биты 7 и 8)

ITCM	DTCM	System SRAM		GPNVM bits [8:7]
		384kB version	256kB version	
0	0	384kB	256kB	0 [0:0]
32kB	32kB	320kB	192kB	1 [0:1]
64kB	64kB	256kB	128kB	2 [1:0]
128kB	128kB	128kB	0	3 [1:1]

(*) Энергонезависимые конфигурационные биты

Системная архитектура

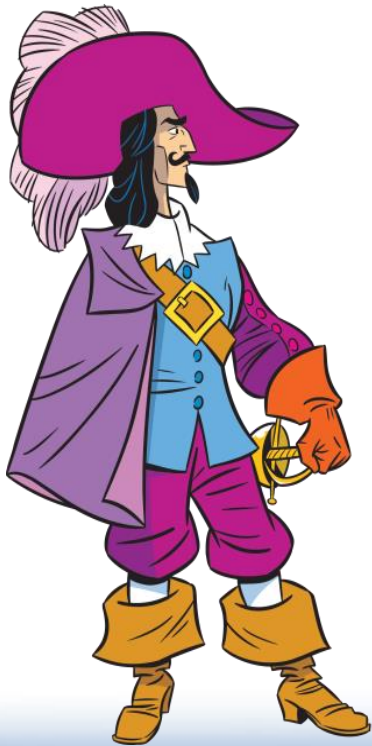
Производительность

- **Худшие условия ($T^{\circ} = 105^{\circ}\text{C}$, $VDDCORE \text{ min} = 1.08\text{V}$)**
 - HCLK = 250MHz
 - MCK = 125MHz
- **STH условия ($T^{\circ} = 105^{\circ}\text{C}$, $VDDCORE \text{ min} = 1.2\text{V}$)**
 - HCLK = 300MHz
 - MCK = 150MHz
- **5.01 Coremark/MHz достигнут (1503 CoreMark)**
 - EEMBC сертифицирован:
http://www.eembc.org/benchmark/reports/certreport.php?benchmark_seq=1685&certification_type=OUT



MASTERS 2016

The Premier Technical Training Conference for Embedded Control Engineers



Микропроцессоры

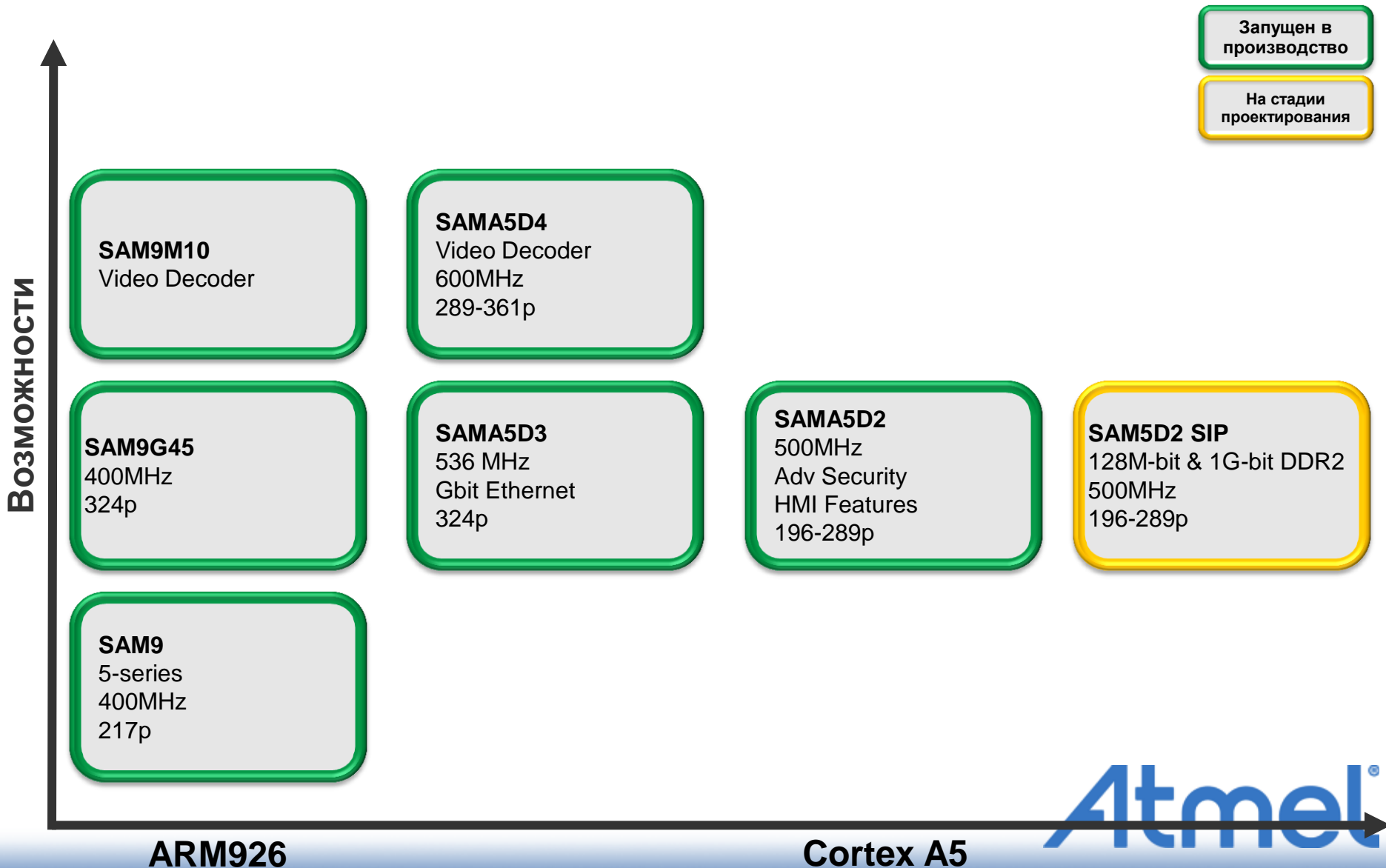
Atmel®



MICROCHIP

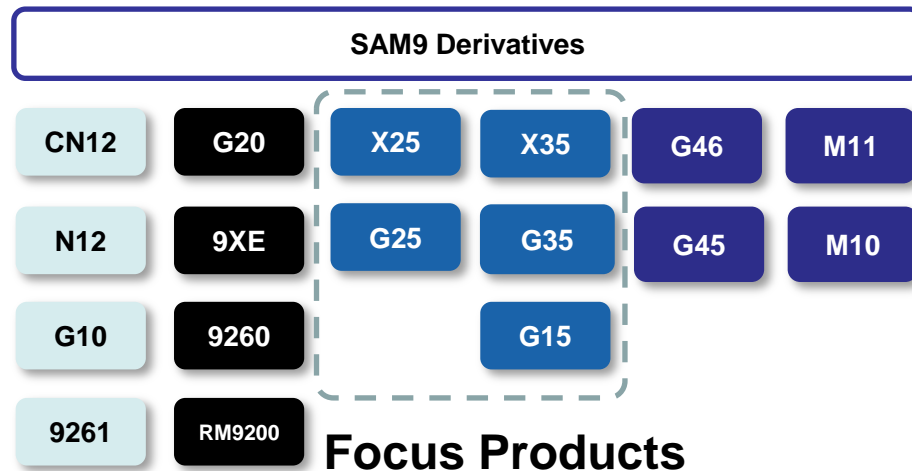
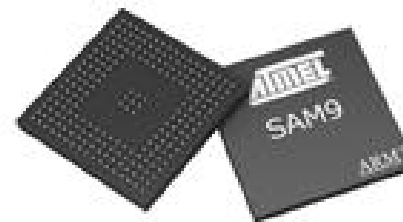
MASTERS 2016

MPU32



Обзор семейства SAM9

- **ARM926EJ-S Core**
 - До 400 МГц
- **Память**
 - SDRAM, (LP)DDR/2
 - Raw MLC NAND - 24-bit ECC
 - SD Card / Managed NAND support
- **Industrial Solutions**
 - Dual CAN
 - Dual EMAC (SAM9_5Series)
 - x3 USB Ports
- **User Interfaces**
 - 24-bits LCD Interface
 - Graphics Acceleration
 - Camera Interface
- **Small Footprint and Die Business**
 - 15x15 or 10x10 packages



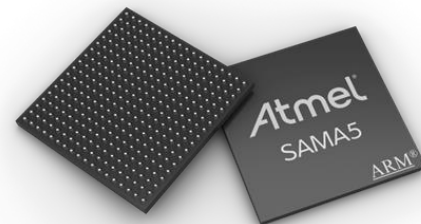
Семейство SAMA5

SAMA5D3	SAMA5D4	SAMA5D2
	Neon, Trustzone, 128kB L2 Cache	
		DDR3, DDR3L, LPDDR3
		2 x QSPI (XiP)
HS USB x 3		HS USB x 2 HSIC USB x 1
10/100 EMAC 10/100/1000 GMAC	10/100 EMAC w/ IEEE1588 x2	10/100 EMAC w/ IEEE1588 + AVB
CAN x 2		CAN-FD x 2
3 x HS SDIO/MMC	2 x HS SDIO/MMC	
	Video Decoder	PTC (Touch Controller)
12 bit ADC	10 bit ADC	12 bit ADC
		Audio Sub-system
Secure Boot, Crypto, TRNG	Secure Boot, Crypto, TRNG , DDR Encrypt, Tamper, ECC/RSA	Secure Boot, Crypto, TRNG , DDR Encrypt., Tamper, Env Monitoring

Общее
Cortex A5 with vFPU 500-600MHz
L1 Cache (2 x 32kB) 128kB SRAM
DDR2, LPDDR, LPDDR2
24-Bit LCD
Camera Interface
USART, SPI, I2C, I2S
Linux BSP

Семейство SAMA5

- **Ядро Cortex-A5**
 - До 600 МГц
 - FPU, NEON, кэши L1 и L2
- **Поддержка типов памяти**
 - (LP)DDR/DDR2, DDR3(L)
 - Raw MLC NAND - 32-bit ECC, QSPI
 - x3 SD Card / Managed NAND support
- **Связь**
 - 2 модуля CAN, EMACs, x3 USB Ports
- **Мультимедиа интерфейсы**
 - 24-битный дисплей, 720p видео декодер, камера, стерео усилитель Class-D, микрофон
- **Безопасность**
 - ARM TrustZone, Secure Boot, Tamper, RSA/ECC, шифрование внешней памяти «на лету»
- **Компактные корпуса**
 - 16x16, 8x8 мм BGA



SAMA5 Derivatives

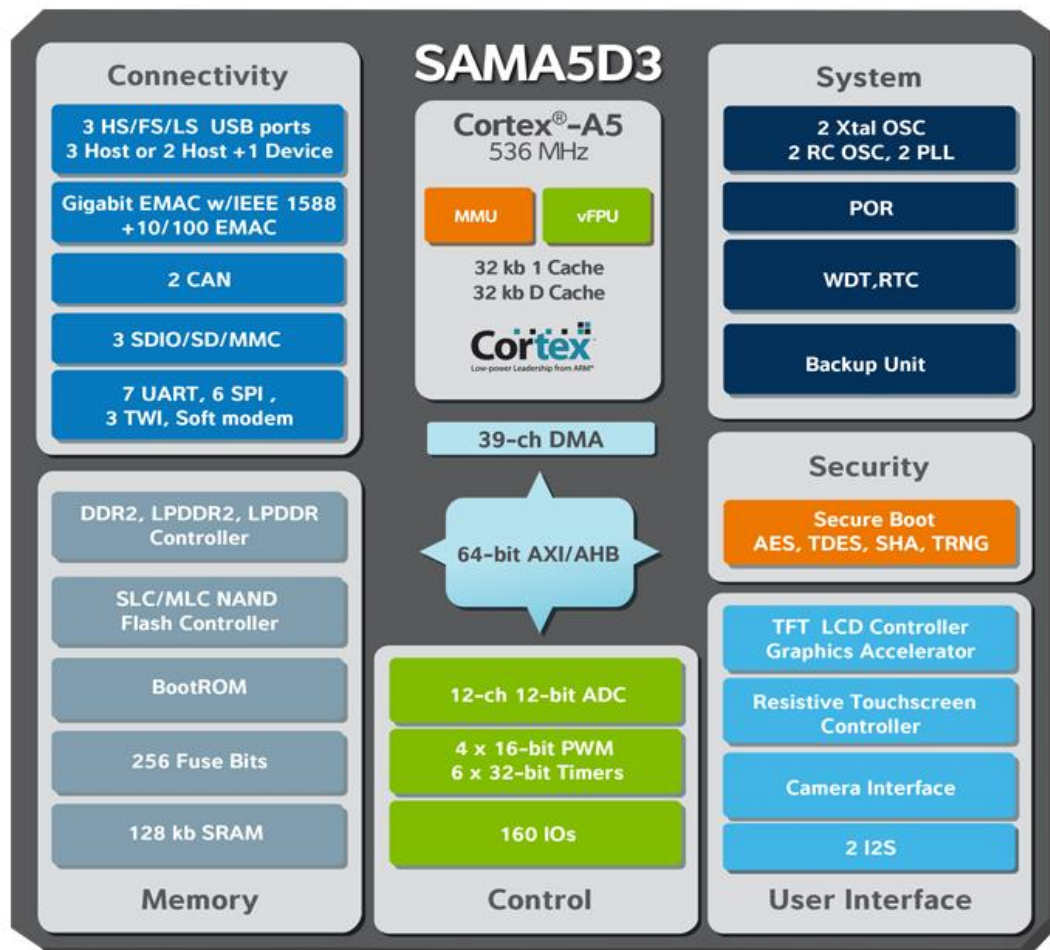
D2

D3

D4

Обзор серии SAMA5D3

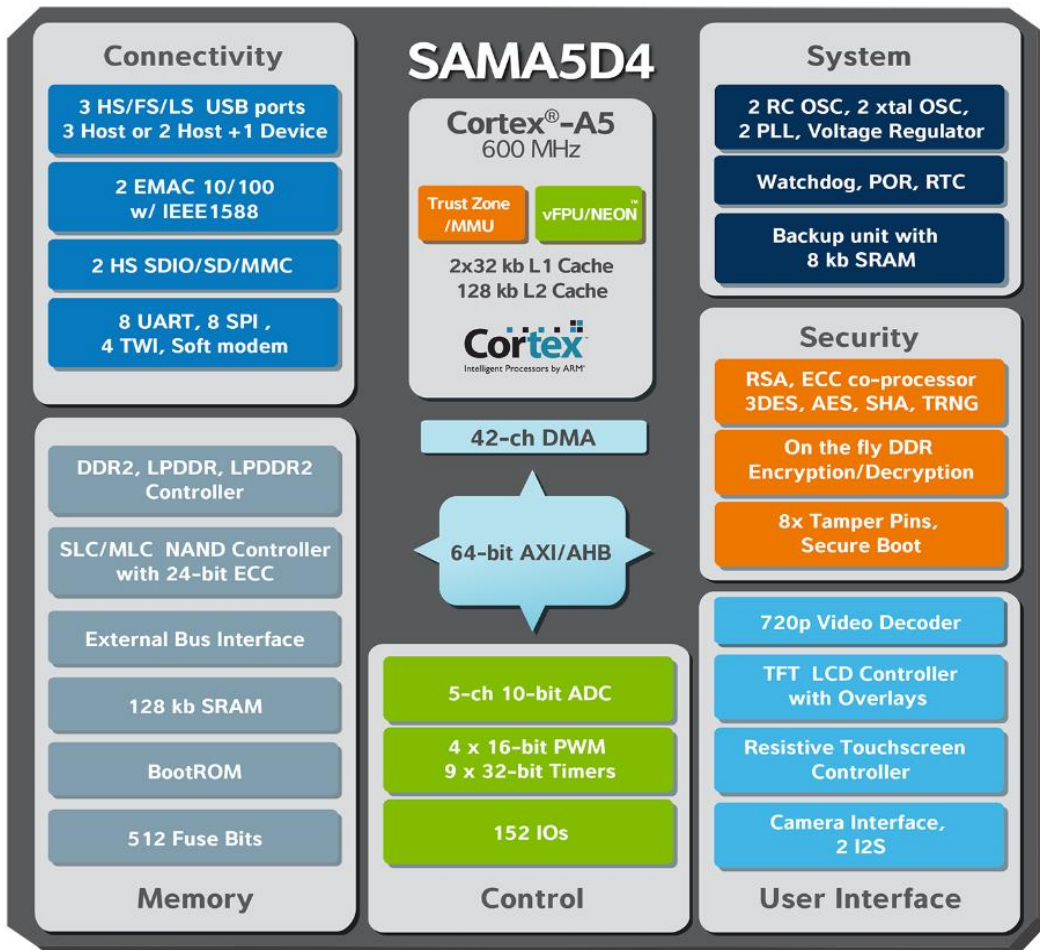
- **Ядро Cortex™ A5**
 - До 536MHz
 - ARM® VFPv4
- **Низкое потребление**
 - Run Mode < 150mW
 - Low-Power Mode < 0.5mW
 - Backup Mode < 2uW
- **Промышленные решения**
 - 2 модуля CAN
 - 2 модуля EMAC (GMAC w/ IEEE1588)
 - 7 UART, 6 SPI, 3 USB,
 - Варианты до 105°C
- **Безопасность**
- **Компатность**
 - 15x15 or 12x12 packages



Kits: ATSAMA5D3-XPLD, SAMA5D35-EK or SAMA5D36-EK

Обзор серии SAMA5D4

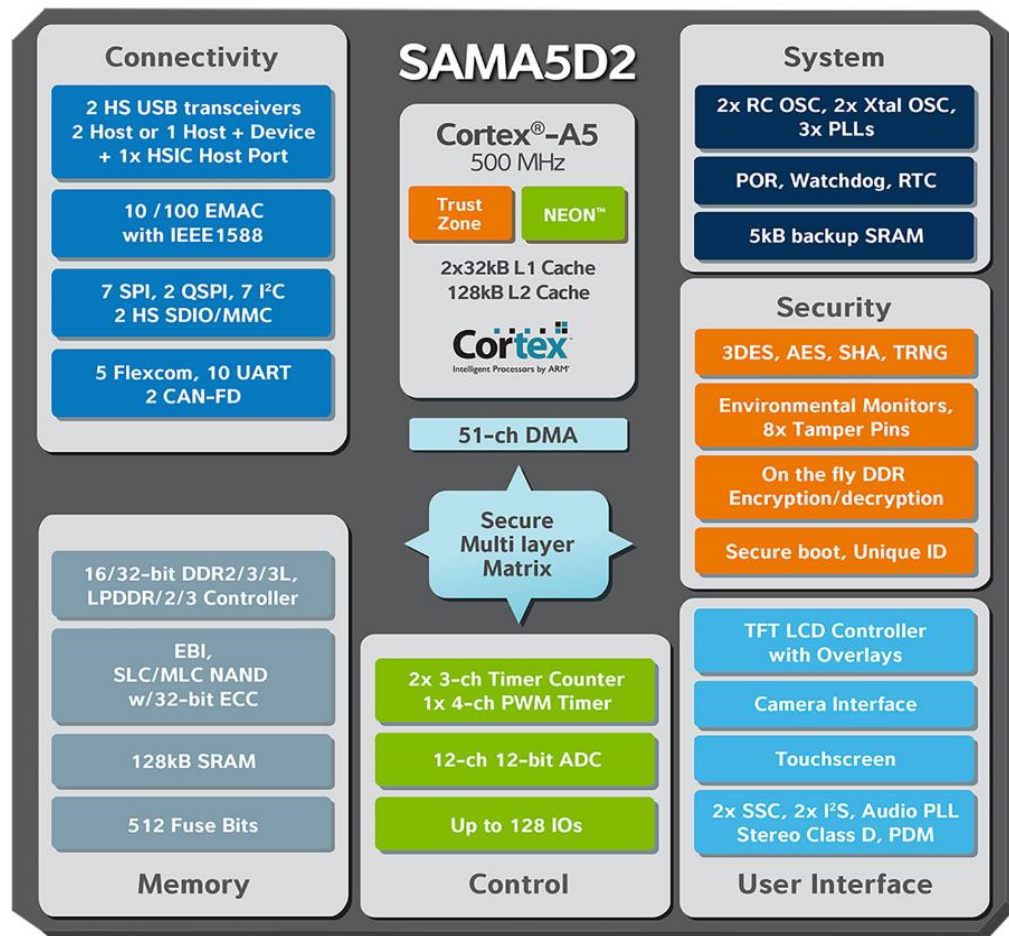
- **Ядро Cortex™ A5**
 - До 600MHz
 - NEON + 128kB L2 Cache
- **Аппаратное видео**
 - Декодер 720p @ 30fps
 - Поддержка H.264, H.263, VP8, MPEG4
- **Безопасность**
 - Шифрование внешней памяти «на лету»
 - ARM TrustZone®
 - RSA and ECC cryptography
 - 8 входов от вскрытия
 - Защищенная память ключей



Kits: ATSAM5D4-XULT

Обзор серии SAMA5D2

- **Ядро Cortex® A5**
 - До 500 МГц
 - NEON + 128kB L2 Cache
- **Встроенные медиа функции**
 - Аудио
 - Графика
 - Камера
 - Сенсорные кнопки
- **Самая современная защита**
 - ARM TrustZone®
 - PCI 4.0 Payment certification
 - Шифрование внешней памяти «на лету»
 - 8 входов от вскрытия
 - Защищенная память ключей

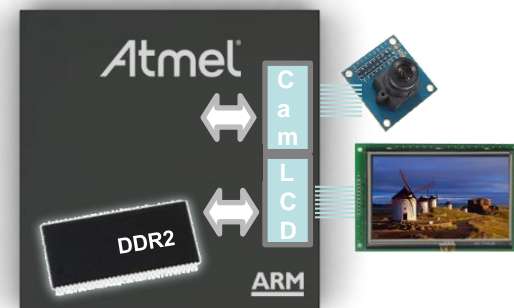


SAMA5D2 + DDR2 SiP

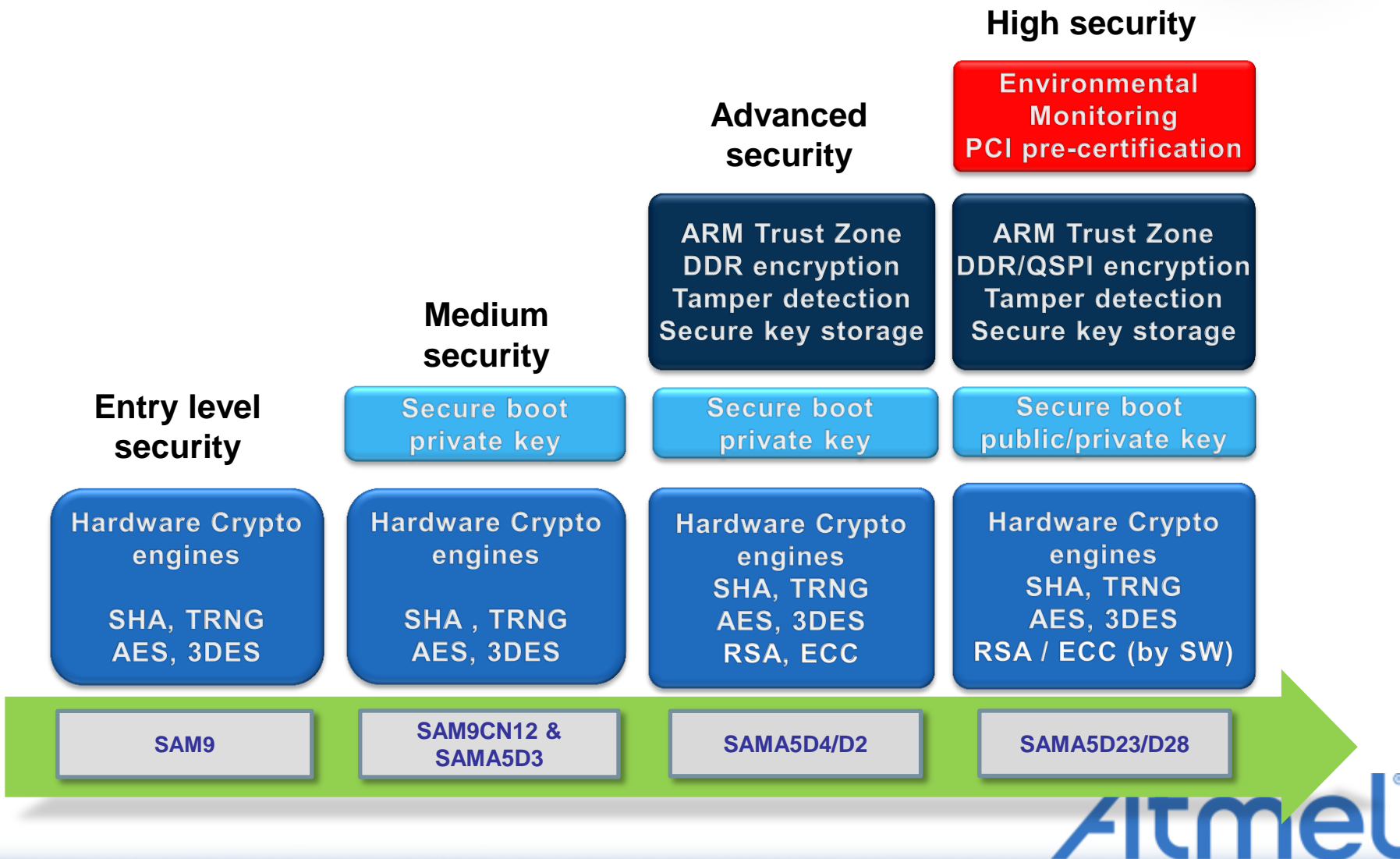
- **Преимущества интегрированной DRAM**
 - Снижение сложности , уменьшение площади, слоев и стоимости печатной платы
 - ЭМС
 - Улучшенная защита контента DRAM
- **10 лет сотрудничества с Winbond по DDR2**
- **16MB DDR2 + SAMA5D2**
 - Задачи с RTOS
 - BGA196 11x11mm 0.75mm pitch
- **128MB DDR2 + SAMA5D2**
 - Для Linux
 - BGA289 14x14mm 0.8mm pitch

SAMA5D2 SiP

128M-bit & 1G-bit DDR2
500MHz
196-289p



Безопасность



Потребление SAMA5

	SAMA5D2	SAMA5D3	SAMA5D4
Backup	4.2uA	1.2uA	7uA
Backup – DDR Self Refresh	44uA	N/A	N/A
Ultra Low Power ULP0 750kHz (typ) / Wake-up time	1.8mW / 205 us	0.6mW / 60us	8.8mW / 150us
Ultra Low Power ULP1 (typ) / Wake-up time	0.3mW / 15us	N/A	N/A
Idle (typ)	33mW (MCK @ 166MHz)	29mW (MCK @ 132MHz)	48mW (MCK @ 132MHz) 66mW (MCK @ 200MHz)
Dynamic Power (typ) - Dhrystone	285mW (500MHz) MRL A 140mW (500MHz) MRL B	140mW (528MHz)	328mW (600 MHz)

External Loads on PIOs are not taken into account

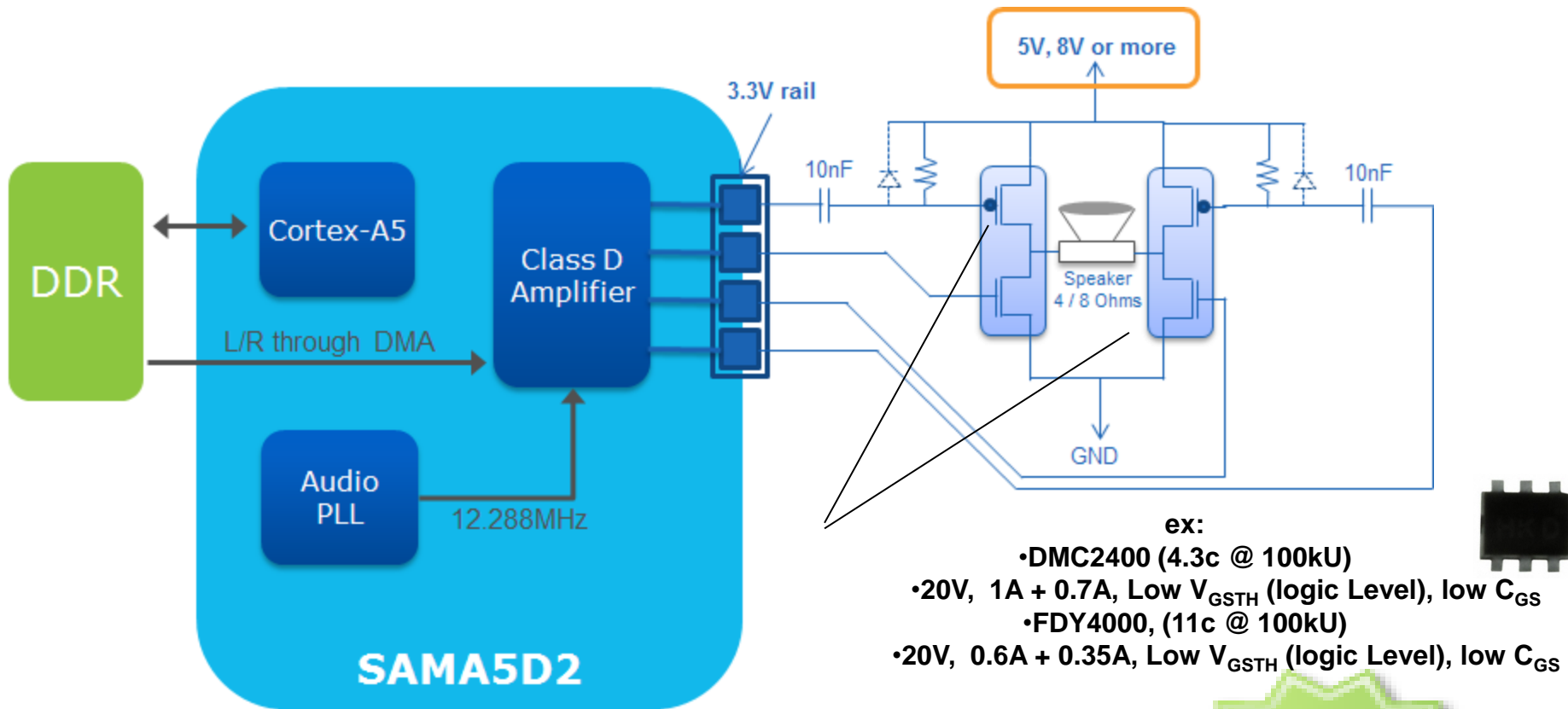
Аудио подсистема

- **Fractional-N Audio PLL**
 - Тактирование внешних ЦАП, кодеков
 - Экономия кварца (12.288MHz или 11.2896MHz)
- **До четырех I²S портов**
 - 2x SSC :
 - Feature rich audio interface (fully programmable in terms of number of channels, bits per channel, etc...)
 - Supports I2S or TDM transmissions.
 - Asynchronous RX and TX
 - 2x I²S :
 - Left or I²S justification, 8 to 32 bit per channel
 - RX and TX share the same bit and frame clock
- **Контроллер плотностно-импульсной модуляции (PDM)**
 - Захват 16 битного звука с микрофона
 - Прореживающий фильтр





Усилитель Class D



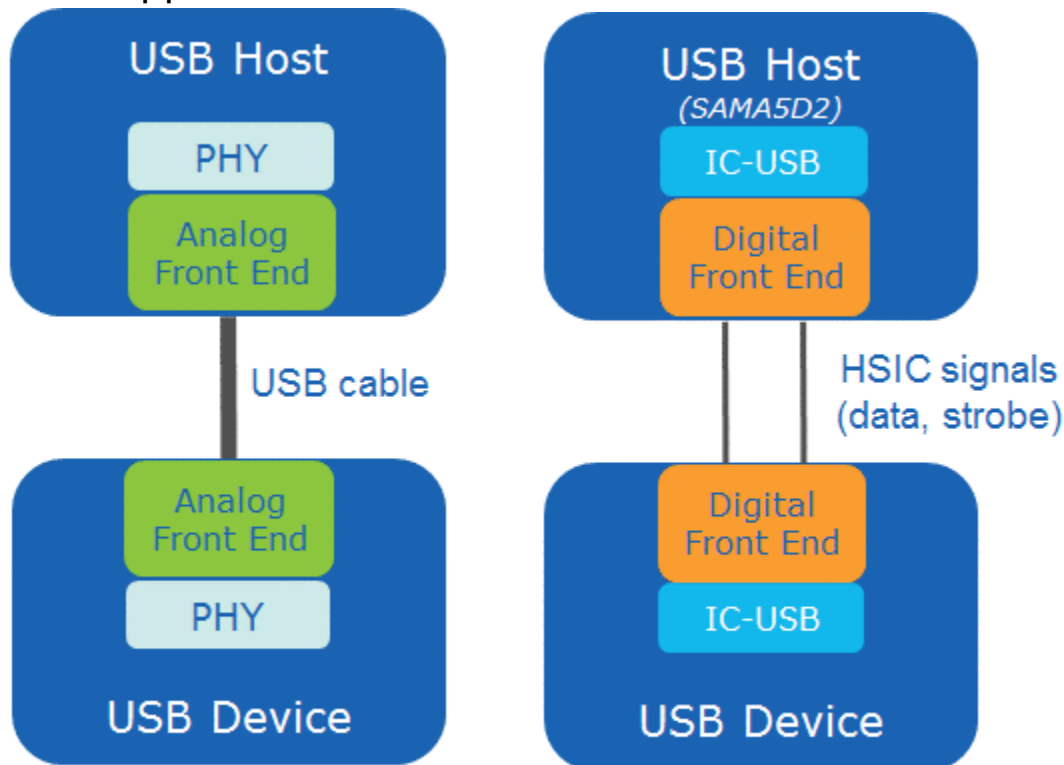
- Цифровой усилитель Class D
 - Мощность до 5 Вт
 - Не нужен ЦАП и фильтр
 - Нулевое потребление при неактивности

Скидка более
\$0.5!

Atmel

USB HSIC

- **Связь между микросхемами посредством стандартного USB**
 - До 480Mbps => замена для SPI/I2C
 - Полная совместимость стеков
 - Длина линий связи < 10 см



Standard USB communication InterChip USB communication

Микросхемы Microchip

USB4604 / USB4624
4-port High-Speed USB Hub

USB4640
2-port High-Speed USBHub
and Media Card

LAN9730
USB to 100B-T Ethernet

LAN7850
USB to GigE (In pre-release)



Программное обеспечение



- **Free Linux kernel 4.1 (www.linux4SAM.com)**
 - Mainline Publication and Long Time Support
 - Comprehensive Linux-Based system incl. Bootloaders, kernel, root files system
 - Yocto project 2.0 (Jethro) OpenEmbedded- based distribution
 - Mainline: <https://git.kernel.org/cgit/linux/kernel/git/next/linux-next.git/log/?qt=grep&q=atmel>
 - Yocto meta-layer: <https://github.com/linux4sam/meta-atmel>
 - Linux4sam: <https://github.com/linux4sam/linux-at91>
 - Demo: ftp://www.at91.com/pub/demo/linux4sam_5.0/



- **Free QT5 SDK and Demo (SAMA5D3 & D4)**
 - Home automation and Smartfridge demos
 - Free Qt widgets and SDK provided by Atmel

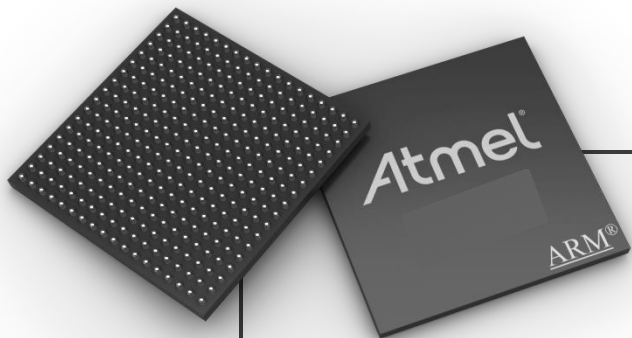


- **Software examples**
 - Support of tools: IAR EWARM, gcc
 - 40+ examples



- **Secure boot loader and secure SAM-BA tools**

Партнеры



IDE, Compiler



RTOS, Stack, GUI



Kit, Module, Debug Tool



Эко-система

IDE	Segger - Embedded Studio	IAR - EWARM	ARM/Keil-MDK (planning to add CA5 support)	GNU
RTOS	Segger	Express Logic	ARM/Keil	FreeRTOS
Kernel	embOS	ThreadX	RTX	FreeRTOS
TCP/IP (IPv4 & 6)	embOS/IP	NetX Duo CycloneTCP	TCPnet V7 CycloneTCP	LwIP CycloneTCP FreeRTOS+TCP
SSL / TLS	emSSL	WolfSSL CycloneSSL	emSSL CycloneSSL	WolfSSL CycloneSSL
USB	embUSB Host embUSB Device	USBX Host USBX Device	USB Host USB Device	
File System	emFile	FileX	Flash File System	FreeRTOS+FAT
Bluetooth	Clarinox?	Clarinox		Clarinox
Graphics	emWIN	GUIX	emWIN	



MICROCHIP

MASTERS 2016

Спасибо!

Atmel®