

Современные продукты компании Microchip. Особенности 32-разрядных микроконтроллеров семейства SAM

Юрий Петропавловский

В статье приведены номенклатура и области применения 32-разрядных микроконтроллеров компании Microchip Technology семейств PIC, SAM, CEC. Рассмотрены особенности и приведены характеристики современных 32-разрядных микроконтроллеров Microchip семейства SAM.

32-разрядные микроконтроллеры находят применение в оборудовании и изделиях самого различного назначения. Компания Microchip выделяет ряд целевых областей применения своих продуктов данной категории.

- Промышленное оборудование – передача файлов через интерфейс EtherCAT (рис. 1), системы управления промышленными двигателями, бюджетные решения для сенсорных экранов и графики, решения для организации наблюдения за движением (перемещением), сети TCP/IP, решения для термокамер, преобразователи USB в Dual-UART, торговые автоматы.
- Интернет вещей (IoT) – решения для голосовых сервисов Amazon Alexa Connect Kit (ACK), Bluetooth для метеостанции, фитнес-трекеры (браслеты), интеллектуальные сенсорные узлы реального времени FreeRTOS, IoT для терминалов и точек доступа, IoT-платформы для датчиков движения, IoT для интеллектуальных систем управления, IoT для интеллектуального мониторинга объектов и ряд других приложений.
- Медицинские приборы и оборудование – глюкометры, измерители артериального давления, приборы для искусственной вентиляции лёгких, ЭКГ и ионофореза, кислородные кон-

центраторы, системы мониторинга пациентов и другие приборы.

- Человеко-машинные интерфейсы – голосовой сервис AWS Alexa Connect, графические и пользовательские интерфейсы (GUI), устройства для обнаружения жестов, обнаружители ключевых слов и звуков (приложение Edge Impulse), сенсорные панели управления и другие приложения.
- Связь, машинное обучение, автомобильные и потребительские приложения.

По мнению компании, к причинам перехода от 8/16-разрядных микроконтроллеров (МК) к 32-разрядным относится необходимость увеличения объёма памяти и производительности текущих проектов. Осуществить такой переход при использовании МК Microchip осуществляется достаточно легко при использовании экосистемы MPLAB. Для облегчения процесса перехода компания предлагает ряд ресурсов (руководств) для конкретных семейств МК.

В категории 32-разрядных микроконтроллеров каталога Microchip 2023 года представлена широкая номенклатура продуктов, разделённых на группы, семейства, подсемейства и серии, при этом в документации многие из этих градаций фигурируют под общим наименованием Family. Группа SAM

(SAM Family of 32-bit Microcontrollers) включает следующие семейства МК: SAM V7xx, SAM E7xx, SAM S7xx, SAM Exx, SAM D5xx, SAM G, SAM 4, SAM D, SAM C, SAM L21/L22, SAM L10/L11. В группу PIC32 (PIC32 Family of 32-bit PIC® Microcontrollers) входят следующие семейства продуктов: PIC32MZ EF/DA, PIC32MK/MX, PIC32CM JH, PIC32CM LX, PIC32CM MC, PIC32MM. Группа CEC (32-bit Microcontrollers) включает семейства CEC173x, CEC1712, CEC1702.

Микроконтроллеры группы SAM отличаются хорошим балансом между производительностью и энергопотреблением. МК группы могут быть использованы как в промышленных приложениях, так и в бытовых приборах, состав и рекомендуемые компанией области применения МК группы приведены на рис. 2.

Микроконтроллеры семейства SAM C базируются на процессорном ядре Arm Cortex-M0+, содержат узлы защиты памяти (Memory Protection Unit – MPU) и буферы микротрассировки (Micro Tracer Buffer – MTB), основные особенности МК семейства:

- относительно большое напряжение питания 2,7...5,5 В обеспечивает хорошее соотношение сигнал/шум и надёжности с точки зрения помехозащищённости, электромагнитной совместимости и защиты от электростатических разрядов;
- диапазон рабочих температур от –40 до +125/85°C при рабочей частоте 48/64 МГц;
- периферийный сенсорный контроллер с помощью технологии QTouch обеспечивает аппаратную поддержку кнопок, ползунков, колёсиков, а также ёмкостных датчиков прикосновения без использования внешних компонентов и без необходимости каких-либо настроек пользователями;
- периферийная гибкость обеспечивает поддержку интерфейсов I²C, USART/UART, SPI, LIN, Host/client, RS-485, PMBus;

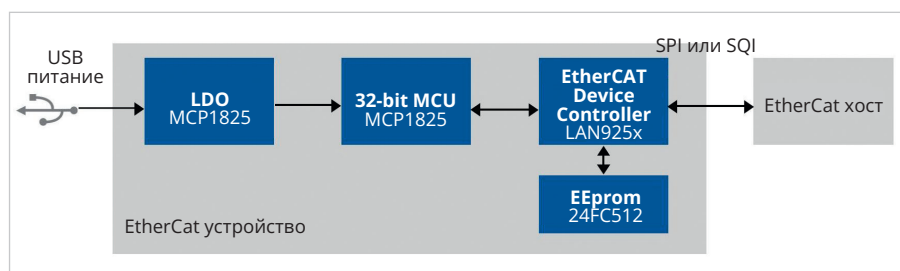


Рис. 1. Интерфейс EtherCAT

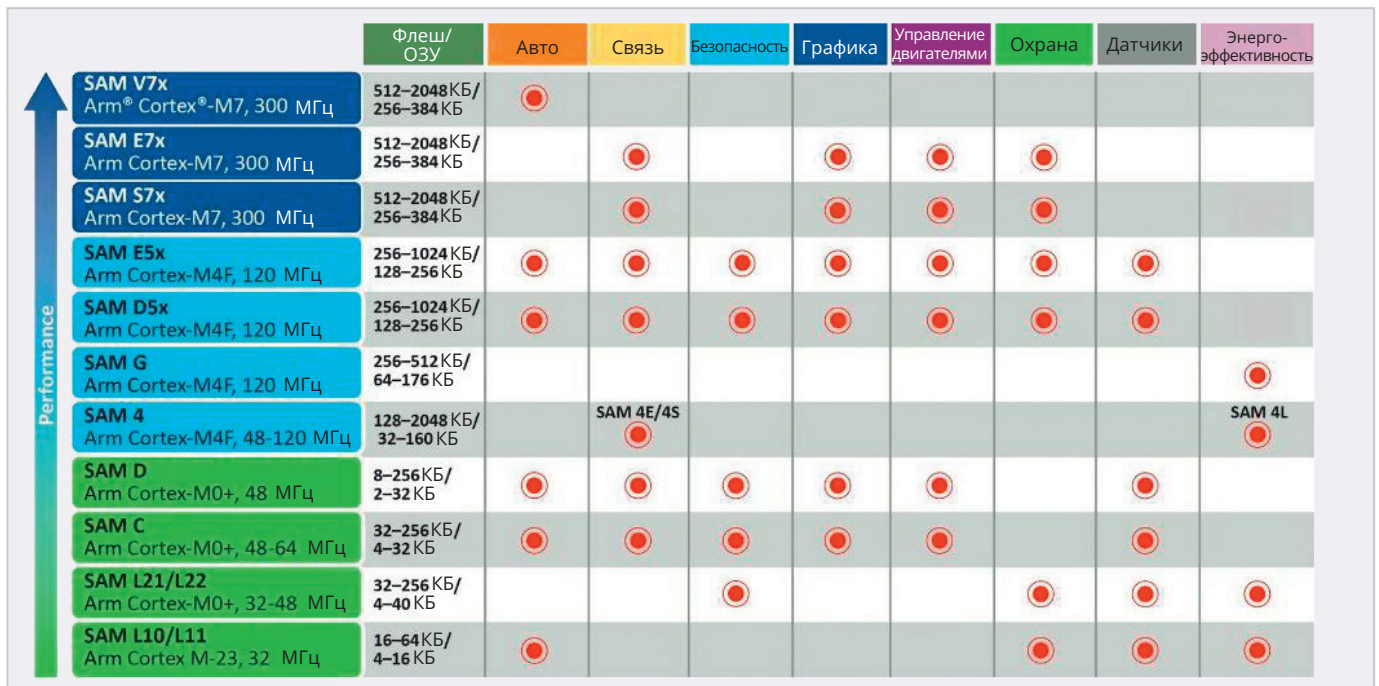


Рис. 2. Рекомендованные сферы применения МК группы SAM

- поддержка локальных промышленных сетей CAN 2.0A/B, CAN FD 1.0;
- 12-канальный контроллер прямого доступа к памяти (Direct Memory Access – DMA);
- объём флеш ЗУ от 32 КБ до 256 КБ, число выводов от 32 до 100;
- конфигурируемая пользователем логика (Configurable Custom Logic – CCL).

МК SAM C подразделяются на две серии SAM C20 и SAM C21, отличающиеся составом и характеристиками внутренних устройств (памяти, АЦП, модули периферии и другие). Целевые приложения МК: управление двигателями промышленных приводов, автомобильное оборудование, сенсорные и жестовые технологии, беспроводные зарядные устройства. В состав семейства МК SAM C входит более двух десятков микросхем с различными характеристиками, определить некоторые из них можно по их наименованиям. Рассмотрим это на примере МК ATSAMC21N18A-MUTS.

N – число контактов (E – 32, G – 48, J – 64, N – 100)

18 – объём флеш-памяти (18–256 Кбайт, 17–128 Кбайт, 16–64 Кбайт, 15–32 Кбайт)

A – вариант прибора (A – исходный)

M – тип корпуса (A – TQFP, M – VQFN (TMB), MN – VQFN (5LX), U – WLCSP)

U – диапазон рабочих температур (U (–40...+85°C), N (–40...+105°C), Z (–40...+125°C))

T – тип упаковки (T – лента на катушке, без буквы – на лотках)

S – рабочая частота процессора и точность заводской установки (без буквы – 48 МГц стандартная точность, S1 – 64 МГц и стандартная точность, S2 – 48 МГц и улучшенная точность)

Следует отметить, что приведённые буквенно-числовые обозначения могут относиться и к МК других семейств SAM. Базовый перечень МК SAMC20/C21 и характеристики их памяти приведены на рис. 3, структура МК – на рис. 4, виды используемых корпусов – на рис. 5, основные особенности МК SAMC20 (в скобках – отличающиеся характеристики SAMC21):

- процессорное ядро Arm Cortex-M0+ с рабочей частотой до 48 МГц;
- объём встроенной флеш-памяти до 256 Кбайт ОЗУ SRAM до 32 Кбайт;
- рабочее напряжение 2,7...5,5 В;
- до восьми модулей последовательной памяти SERCOM;
- 12 каналов АЦП, 4 или 2 аналоговых компаратора;
- аппаратная поддержка датчиков периферийными контроллерами;
- корпуса QFP, QFN, WLCSP, число выводов 100, 64, 56, 48, 32, число портов ввода/вывода GPIO – 84, 52, 38, 26;
- 5 или 8 таймеров счётчиков, два ШИМ-формирователя, таймер реального времени, 16 линий внешних прерываний;
- 6 или 12 каналов DMA (12);
- периферийные сенсорные контроллеры в конфигурации 16×16, 11×11, 8×8;

Прибор	Флеш ЗУ (КБ)	ОЗУ SRAM (КБ)
ATSAMC20E15	32	4
ATSAMC20E16	64	8
ATSAMC20E17	128	16
ATSAMC20E18	256	32
ATSAMC20G15	32	4
ATSAMC20G16	64	8
ATSAMC20G17	128	16
ATSAMC20G18	256	32
ATSAMC20J15	32	4
ATSAMC20J16	64	8
ATSAMC20J17	128	16
ATSAMC20J18	256	32
ATSAMC20N17	128	16
ATSAMC20N18	256	32

Рис. 3. Характеристики МК SAMC20/C21

- интерфейс CAN с поддержкой стандартов ISO CAN FD, ISO 11898-2:2015;
- система событий DMA;
- 16-разрядный ЦАП;
- датчик температуры;
- ускоритель деления и квадратного корня DIVAS.

Более подробно характеристики МК SAM C20 приведены в табл. 1, SAM C21 – в табл. 2.

Большинство выводов МК, обозначенных как PAxx, PBxx, PCxx, (см. рис. 5), являются многофункциональными, их назначение устанавливается при отладке (программировании) МК. Однако конкретные выводы не являются полностью универсальными, их назначение ограничивается только определёнными функциями,

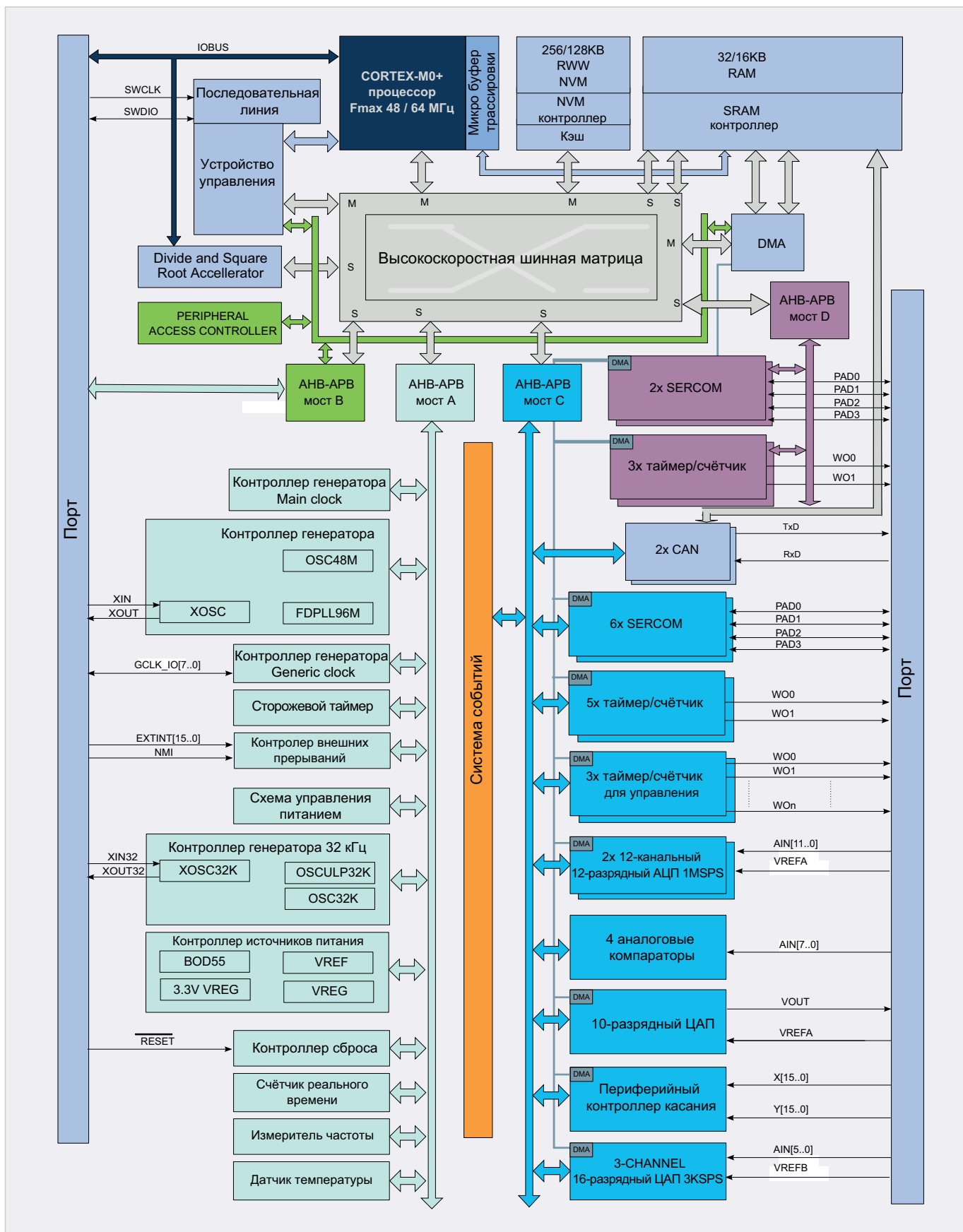
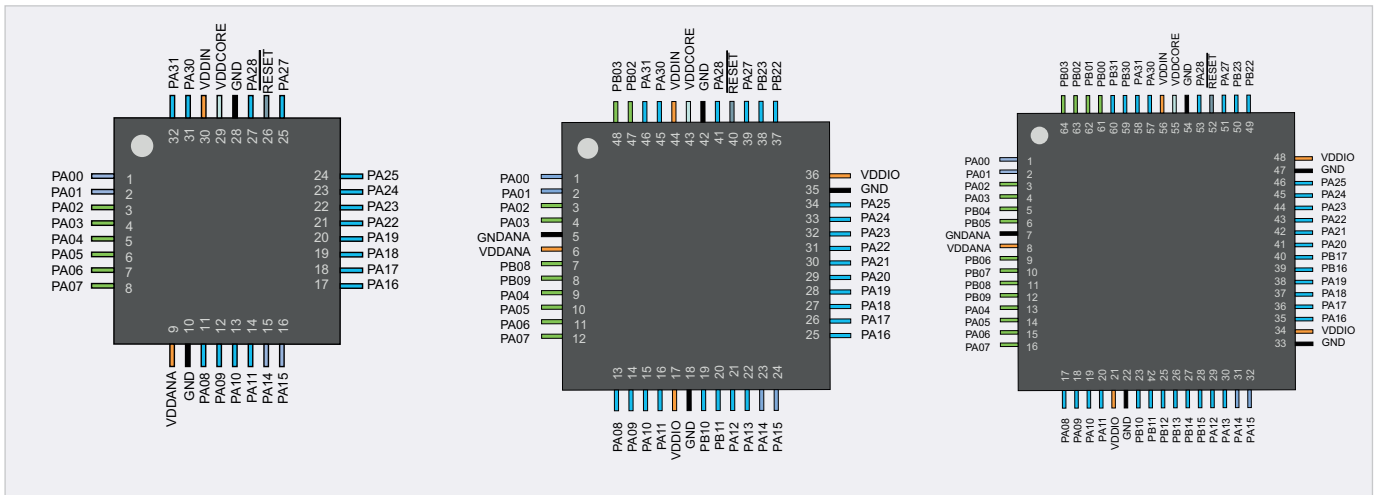


Рис. 4. Структура МК SAMC20/C21

описанными в спецификациях и руководствах по применению конкретных типов микросхем. Для отладки МК компания Microchip предоставляет программное обеспечение MPLAB –

экосистема разработки и программные инструменты, MPLAB X – интегрированная среда разработки и другие программные и аппаратные продукты.

Микроконтроллеры SAM D предназначены для широкого спектра промышленных и потребительских приложений с малым энергопотреблением. МК SAM D подразделяются на семей-



ства SAM D1xx, D2xx на основе ядра Arm Cortex-M0+ и D5xx на основе ядра Arm Cortex-M4F. Основные особенности МК семейств SAM D1xx/D2xx (в скобках отличающиеся характеристики МК SAM D5xx):

- тактовая частота процессорного ядра до 48 МГц (до 120 МГц);
- объём флеш-памяти от 8 Кбайт до 256 Кбайт (до 1 МБ), SRAM от 2 Кбайт до 32 Кбайт (до 256 Кбайт);
- энергопотребление менее 70 мкА/МГц (65 мкА/МГц);
- до шести модулей SERCOM (до восьми модулей);
- высокоскоростной хост USB;
- до 20 каналов 12-разрядного АЦП, 10-разрядный ЦАП (до 32 каналов, сдвоенный 12-разрядный АЦП, сдвоенный 12-разрядный ЦАП);
- поддержка технологии QTouch, корпуса от 14 до 64 выводов (от 48 до 128 выводов);
- интерфейс QSPI с поддержкой технологии XIP;
- интегрированные функции безопасности и аппаратного шифрования.

Высокопроизводительные микроконтроллеры SAM E подразделяются на семейства SAM E5xxx с ядром Arm Cortex-M4F со средней производительностью и SAM E7xx на основе ядра Arm Cortex-M7 с высокой производительностью. МК SAM E ориентированы на применение в системах промышленной автоматизации и управления зданиями. Приведём некоторые особенности МК семейства SAM E5xx (в скобках отличающиеся характеристики SAM E7xx):

- SAM E51 – два интерфейса CAN FD, SAM E53 – интерфейс Ethernet MAC, SAM E54 – два порта CAN FD и Ethernet MAC (SAM E70, два интерфейса CAN FD 1.0);

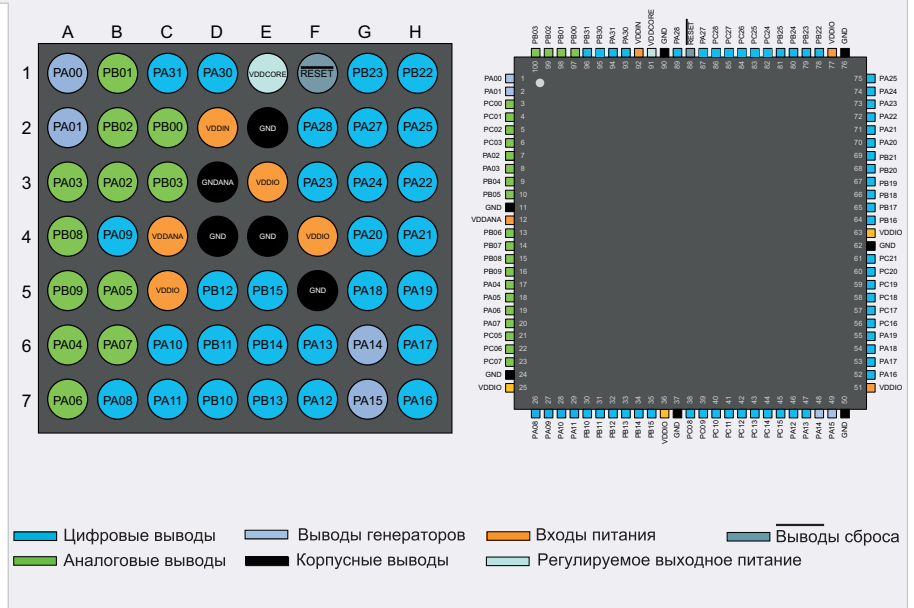


Рис. 5. Виды корпусов МК SAMC20/C21

Таблица 1. Подробные характеристики SAM C20

	SAM C20N	SAM C20J	SAM C20G	SAM C20E
Число каналов АЦП	12	12	12	10
Количество АЦП	1	1	1	1
Аналоговые компараторы	4	2	2	2
Таймеры реального времени (RTC)	Да	Да	Да	Да
Схемы активации RTC	1	1	1	1
Схемы сравнения значений RTC	1×32 бит или 2×16 бит	1×32 бит или 2×16 бит	1×32 бит или 2×16 бит	1×32 бит или 2×16 бит
Число линий внешних прерываний	16	16	16	16
	32	32	22	16
Периферийный контроллер касаний (PTC), число самостоятельных ёмкостных каналов (Y-линий)	32			
PTC, число зависимых ёмкостных каналов (X-линий)	256 (16×16)	256 (16×16)	121 (11×11)	64 (8×8)
Измеритель тактовой частоты	Да	Да	Да	Да
Максимальная частота процессора	48/64 МГц	48/64 МГц	48/64 МГц	48/64 МГц
Типы корпусов	TQFP	TQFP, VQFN, WLCSFP	VQFN, TQFP	VQFN, TQFP
Генераторы	32,768 кГц, 0,4...32 МГц, 48 МГц, 96 МГц	То же	То же	То же
Число каналов системы событий	12	12	12	12
Интерфейс отладки (SWDebug)	Да	Да	Да	Да
Сторожевой таймер (WDT)	Да	Да	Да	Да

Таблица 2. Подробные характеристики SAM C21

	SAM C21N	SAM C21J	SAM C21G	SAM C21E
Число выводов	100	64, 56 для WLCSР	48	32
Число вводов/выводов общего назначения (GPIO)	84	52, 44 для WLCSР	38	26
Флеш ЗУ	256/128 Кбайт	256/128/64/32 Кбайт	256/128/64/32 Кбайт	256/128/64/32 Кбайт
Секции флеш ЗУ типа «чтение во время записи»	8/4 Кбайт	8/4/2/1 Кбайт	8/4/2/1 Кбайт	8/4/2/1 Кбайт
ОЗУ SRAM	32/16 Кбайт	32/16/8/4 Кбайт	32/16/8/4 Кбайт	32/16/8/4 Кбайт
Таймеры-счётчики (ТС)	8	5	5	5
Число каналов с выходами волновой формы/ШИМ на каждый ТС	2	2	2	2
Максимальный и минимальный захват ТС	Да	Нет	Нет	Нет
Таймеры-счётчики для управления ТСС	3	3	3	3
Число каналов с выходами волновой формы/ШИМ на каждый ТСС	08.04.2002	08.04.2002	08.04.2002	08.04.2002
Число каналов DMA	12	12	12	12
Интерфейсы CAN	2	2	2	1
Конфигурируемая пользователем логика (CCL, LUTs)	4	4	4	4
Интерфейсы SERCOM	8	6	6	4
Ускорители деления и извлечения квадратного корня (DIVAS)	да	да	да	да
Число каналов АЦП	22	20	14	10
Число АЦП	2	2	2	2
Число каналов сигма-дельта АЦП (SDADC)	3	3	2	1
Аналоговые компараторы (AC)	4	4	4	4
Число каналов ЦАП	1	1	1	1
Счётчики реального времени (RTC)	Да	Да	Да	Да
Схемы активации RTC	1	1	1	1
Схемы сравнения значений RTC	1×32 бит или 2×16 бит	То же	То же	То же
Внешние линии прерываний	16	16	16	16
Периферийные контроллеры касаний (PTC)	32	32	22	16
Число самостоятельных ёмкостных каналов касаний (Y-линий)	32	32	32	16
Число зависимых ёмкостных каналов касаний (X-линий)	256 (16×16)	256 (16×16)	128 (11×11)	64 (8×8)

- рабочая частота до 120 МГц (до 300 МГц), флеш-память до 1 Мбайт (2 Мбайт), SRAM до 256 Кбайт (384 Кбайт);
- до двух безопасных контроллеров хоста SDHC;
- периферийный контроллер датчиков RTC с поддержкой до 256 каналов ёмкостного сенсорного ввода;
- высокоскоростной Full Speed USB с хостом/устройством;
- до 32 каналов сдвоенного АЦП с быстродействием 1 Мбит/с (2 Мбит/с), два 12-разрядных ЦАП;
- порты последовательной связи SERCOM, конфигурируемые пользователями как UART/USART, SPI, ISO/IEC 7816, I²C;
- диапазон рабочих температур –40... +85°С, корпуса от 48 до 128 выводов (от 64 до 144 выводов);
- интерфейс датчиков изображения КМОП.

Микроконтроллеры семейства SAM G предназначены для приложений со сверхмалым энергопотреблением и высокой производительностью. Семейство МК представлено четырьмя сериями SAM G51/53/54/55, выполненными в корпусах WLCSР-49 или LQFP-100. МК семейства выполнены по энергоэффективной технологии picoPower с потреблением менее 100 мкА/МГц в активном режиме и ниже 7 мкА в спя-

щем режиме. Все МК выполнены на базе 32-разрядного RISC-процессора Arm Cortex-M4F и сопроцессора с плавающей точкой (FPU). Приведём некоторые особенности МК серии SAM G51 (в скобках отличающиеся характеристики других серий):

- рабочая частота процессоров до 48 МГц (96 МГц для G54, до 120 МГц для G55);
- объём флеш-памяти до 256 Кбайт, ОЗУ SRAM до 64 Кбайт (до 512/96 Кбайт для G53/G54, до 512/176 Кбайт для G55);
- ток потребления в активном режиме порядка 103 мкА/МГц, в режиме ожидания 6,8 мкА (8 мкА для G53, G54, G55);
- время перехода в активный режим 3,2 мкс (5 мкс для G53/G54/G55);
- корпуса WLCSР с 49 шариковыми выводами и LQFP со 100 выводами (WLCSР/49, LQFP/64, QFN/64 для G55).

Следует отметить, что спецификации МК семейства SAM G выпущены ещё компанией Atmel и позиционируются как интеллектуальные флеш МК на базе Arm (Microchip приобрела Atmel в 2016 году).

Маломощные микроконтроллеры семейства SAM L, изготавливаемые по технологии picoPower, ориентированы на применение в устройствах для Интернета вещей, носимых приборах и аксессуарах с малым энерго-

потреблением. Ключевой особенностью МК SAM L является сверхмалое энергопотребление – 25 мкА/МГц в активном режиме, 100 нА в спящем режиме, что по данным Microchip является наилучшим показателем в своём классе. МК SAM L также характеризуются малым временем пробуждения (1,2 мкс). Содержат периферийные сенсорные контроллеры (PTC), высокоскоростной интерфейс USB и ряд других традиционных для микроконтроллеров устройств. МК SAM L подразделяются на семейства SAM L10, SAM L11/L11-KPH, SAM L21, SAM L22.

МК семейства SAM L10 выполнены на основе процессорного ядра Arm Cortex-M23 с тактовой частотой 32 МГц, содержат до 64 Кбайт флеш и до 16 Кбайт оперативной памяти SRAM, до трёх модулей SERCOM, три таймера/счётчика, 10-канальный 12-разрядный АЦП, 10-разрядный ЦАП и ряд других аналоговых и цифровых устройств. Микросхемы выпускаются в корпусах TQFP, SSOP, QFN, WLCSР.

Микроконтроллеры семейств SAM L11/L11-KPH на основе Arm Cortex-M23/32 МГц с похожими характеристиками дополнительно оснащены устройствами, поддерживающими технологию Arm TrustZone, предназначенную для защиты устройств Интернета вещей, умных городов, систем

Таблица 3. Классификационные параметры приборов SAM S70

USAR, UART	QSPI	USART, SPI	TWHS	HSMCпорт/ биты	Интерфейс датчиков изображения	SPI0	SPI1	Интерфейс внешней шины (EVI)	Интерфейс SDRAM	Число каналов DMA	SSC	ETM	Число каналов TTC	Число вводов/ выводов TTC	Число каналов I2S	Число GPIO	Число каналов 12-бит АЦП	Число АЦП	Число каналов ЦАП
3,5	Да	3	3	1\4	12-бит	Да	Да	Да	Да	24	Да		12	36	2	114	24	Да	2
3,5	Да	3	3	1\4	12-бит	Да	Да	Да	Да	24	Да	Да	12	36	2	114	24	Да	2
3,5	Да	3	3	1\4	12-бит	Да	Да	Да	Да	24	Да	Да	12	36	2	114	24	Да	2
3,5	Да	3	3	1\4	12-бит	Да	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
3,5	Да	3	3	1\4	12-бит	Да	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
3,5	Да	3	3	1\4	12-бит	Да	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
2,5	SPI	0	2	нет	8-бит	Нет	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1
2,5	SPI	0	2	нет	8-бит	Нет	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1
2,5	SPI	0	2	нет	8-бит	Нет	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1

домашней автоматизации, умного сельского хозяйства и приложений для отслеживания активов. Они также обеспечивают безопасное хранение ключей и возможность аутентификации для защиты IP.

Микроконтроллеры семейств SAM L21/L22 выполнены на основе ядра Arm Cortex-M0+/48 МГц (32 МГц), содержат флеш-память до 256 Кбайт, ОЗУ SRAM до 40 Кбайт, до шести модулей SERCOM, до восьми таймеров/счётчиков, интерфейс USB, до 20 каналов 12-разрядных АЦП, двухканальные 12-разрядные ЦАП и ряд других аналоговых (ОУ, компараторы) и цифровых устройств. МК SAM L22 оснаще-

ны контроллерами сегментированных ЖК-индикаторов с поддержкой до 320 сегментов, а также устройствами для обнаружения несанкционированного доступа. Энергопотребление микросхем менее 35 мкА/МГц в активном режиме, корпуса QFP, QFN, WKCSP.

Высокопроизводительные микроконтроллеры общего назначения семейств SAME70/S70/V70/V71 выполнены на базе 32-разрядного RISC процессорного ядра Arm Cortex-M7/300 МГц. В состав семейства входит более трёх десятков типов микросхем, классификационные параметры приборов SAM S70 приведены в табл. 3, SAM V70 –

в табл. 4, SAM V71 – в табл. 5, SAM E70 – в табл. 6, основные особенности и характеристики МК:

- встроенный стабилизатор напряжения;
- кварцевые или керамические резонаторы: от 3 МГц до 20 МГц для системного генератора, 12 МГц или 16 МГц для обеспечения работы через USB, 32 768 кГц для часов и других устройств;
- до 2048 Кбайт флеш-памяти, до 384 Кбайт ОЗУ SRAM, 16 Кбайт ПЗУ с программированием через интерфейсы UART и USB;
- 16-разрядный контроллер статической памяти SMC с поддержкой

Инфракрасные паяльные станции для VGA корпусов

- Общая мощность до 12200 Вт
- Хранение до 50000 групп термопрофилей
- Оптическая система позиционирования
- Автоматическая установка и снятия чипа
- Гарантия до 3 лет



От производителей:

- ACHI
- WISDOMSHOW
- Dinghua
- Seamark
- Quick



supereyes.ru 8 800 550-13-57 sales@supereyes.ru



Реклама

Таблица 4. Классификационные параметры приборов SAM V70

Прибор	Флеш, КБ	SRAM, КБ	Число выводов	Корпус	USB	USAR, UART	QSPI	USART, SPI	TWHS	HSMCI-порт/биты	CAN-FD	Интерфейс MediaLB	Интерфейс датчиков изображения
SAMV70Q19	512	256	144	LQFP, TFBGA	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	Да	12-бит
SAMV70Q20	1024	384	144	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	Да	12-бит
SAMV70Q21	2048	384	144	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	Да	12-бит
SAMV70N19	512	256	100	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	Да	12-бит
SAMV70N20	1024	384	100	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	Да	12-бит
SAMV70N21	2048	384	100	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	Да	12-бит
SAMV70J19	512	256	64	LQFP	FS	2, 3	SPI	0	2	Нет	1	Нет	8-бит
SAMV70J20	1024	384	64	То же	FS	2, 3	SPI	0	2	Нет	1	Нет	8-бит
SAMV70J21	2048	384	64	То же	FS	2, 3	SPI	0	2	Нет	1	Нет	8-бит

Таблица 5. Классификационные параметры приборов SAM V71

Прибор	Флеш, КБ	SRAM, КБ	Число выводов	Корпус	USB	USAR, UART	QSPI	USART, SPI	TWHS	HSMCI-порт/биты	CAN-FD	Ethernet AVB	Интерфейс MediaLB	Интерфейс датчиков изображения
SAMV71Q19	512	256	144	LQFP, TFBGA	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	MII, RMII	Да	12-бит
SAMV71Q20	1024	384	144	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	То же	Да	12-бит
SAMV71Q21	2048	384	144	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	То же	Да	12-бит
SAMV71N19	512	256	100	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	То же	Да	12-бит
SAMV71N20	1024	384	100	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	То же	Да	12-бит
SAMV71N21	2048	384	100	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	То же	Да	12-бит
SAMV71J19	512	256	64	LQFP	FS	2, 3	SPI	0	2	Нет	1	RMII	Да	8-бит
SAMV71J20	1024	384	64	То же	FS	2, 3	SPI	0	2	Нет	1	То же	Да	8-бит
SAMV71J21	2048	384	64	То же	FS	2, 3	SPI	0	2	Нет	1	То же	Да	8-бит

Таблица 6. Классификационные параметры приборов SAM E70

Прибор	Флеш, КБ	SRAM, КБ	Число выводов	Корпус	USB	USAR, UART	QSPI	USART, SPI	TWHS	HSMCI-порт/биты	CAN-FD	Ethernet AVB	Интерфейс датчиков изображения
SAME70Q19	512	256	144	LQFP, TFBGA, UFBGA	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	MII, RMII	12-бит
SAME70Q20	1024	384	144	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	то же	12-бит
SAME70Q21	2048	384	144	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	то же	12-бит
SAME70N19	512	256	100	LQFP, TFBGA	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	то же	12-бит
SAME70N20	1024	384	100	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	то же	12-бит
SAME70N21	2048	384	100	То же	HS	3, 5	Да	3	3	1\4	2	то же	12-бит
SAME70J19	512	256	64	LQFP	FS	2, 3	SPI	0	2	Нет	1	RMII	8-бит
SAME70J20	1024	384	64	То же	FS	2, 3	SPI	0	2	Нет	1	то же	8-бит
SAME70Q21	2048	384	64	То же	FS	2, 3	SPI	0	2	Нет	1	то же	8-бит

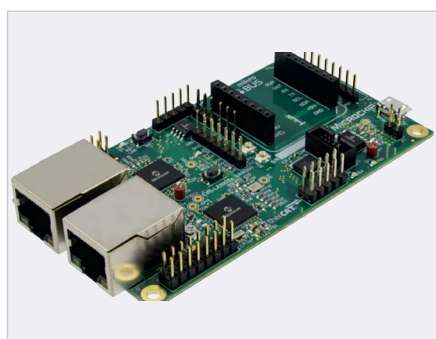


Рис. 6. Внешний вид платы контроллера устройств LAN925x

SRAM, PSRAM, NOR и NAND флеш ЗУ, 16-разрядный контроллер интерфейса динамической памяти SDRAMC объемом до 256 Мбайт;

- 32-разрядный таймер реального времени RTT с малым энергопотреблением;
- различные режимы энергосбережения;
- обширный набор периферийных интерфейсов: Ethernet MAC (GMAC) 10/100 Мбит/с, высокоскоростной (480 Мбит/с) USB 2.0 хост/устройство, 12-разрядный ISI (Image Sensor Interface) по стандарту ITU-R BT. 601/656, CAN-FD, USART0/1/2, LIN, IrDA, RS-485, SPI, I2C, QSPI (Quad I/O Serial Peripheral Interface), SSC (Serial Synchro's Controller) с поддержкой I²S, TDM и ряд интерфейсов для промышленных, медицинских, ауди, автомобильных и других приложений;

- криптография: генератор случайных чисел TRNG, AES-ключи (256, 192, 128 бит), совместимые со спецификациями FIPS PUB-197;
- до 114 линий ввода/вывода GPIO;
- напряжение питания от 3 В до 3,6 В и от 1,7 В до 3,6 В для промышленных приложений;
- шесть типов корпусов с числом выводов 64, 100, 144.

В помощь разработчикам решений на основе МК Microchip компания выпускает широкую номенклатуру отладочных плат (комплектов) различных устройств для автомобильной и потребительской электроники, IoT-изделий, медицинских приборов, человеко-машинных интерфейсов,

	SPI0	SPI1	Интерфейс внешней шины (EBI)	Интерфейс SDRAM	Число каналов DMA	SSC	ETM	Число каналов TTC	Число вводов/выводов TTC	Число каналов I ² S	Число GPIO	Число каналов 12-бит АЦП	Число АЦП	Число каналов ЦАП
	Да	Да	Да	Да	24	Да		12	36	2	114	24	Да	2
	Да	Да	Да	Да	24	Да	Да	12	36	2	114	24	Да	2
	Да	Да	Да	Да	24	Да	Да	12	36	2	114	24	Да	2
	Да	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
	Да	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
	Да	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
	Нет	Нет	нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1
	Нет	Нет	нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1
	Нет	Нет	нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1

	SPI0	SPI1	Интерфейс внешней шины (EBI)	Интерфейс SDRAM	Число каналов DMA	SSC	ETM	Число каналов TTC	Число вводов/выводов TTC	Число каналов I ² S	Число GPIO	Число каналов 12-бит АЦП	Число АЦП	Число каналов ЦАП
	Да	Да	Да	Да	24	Да	Да	12	36	2	114	24	Да	2
	Да	Да	Да	Да	24	Да	Да	12	36	2	114	24	Да	2
	Да	Да	Да	Да	24	Да	Да	12	36	2	114	24	Да	2
	Да	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
	Да	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
	Да	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
	Нет	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1
	Нет	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1
	Нет	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1

	SPI0	SPI1	Интерфейс внешней шины (EBI)	Число каналов DMA	SSC	ETM	Число каналов TTC	Число вводов/выводов TTC	Число каналов I ² S	Число GPIO	Число каналов 12-бит АЦП	Число АЦП	Число каналов ЦАП
	Да	Да	Да	24	Да	Да	12	36	2	114	24	Да	2
	Да	Да	Да	24	Да	Да	12	36	2	114	24	Да	2
	Да	Да	Да	24	Да	Да	12	36	2	114	24	Да	2
	Да	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
	Да	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
	Да	Нет	Нет	24	Да	Да	12	9	1	75	10	Да	2
	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1
	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1
	Нет	Нет	Нет	24	Да	Да	12	3	0	44	5	Да	1

устройств связи, промышленности и машинного обучения. Рассмотрим особенности некоторых отладочных плат, предназначенных для промышленных приложений.

Для отработки устройств передачи файлов через сеть EtherCAT (FoE) компания выпускает отладочные платы (комплекты) на основе МК SAM D51, SAM D53, SAM E53.

Технология File over EtherCAT (FoE), разработанная компанией Beckhoff Automation GmbH (Германия), обычно используется в приложениях промышленной автоматизации и представляет собой простой протокол, обеспечивающий доступ к файлам на устройствах и унифицированную загрузку на них прошивок по сети EtherCAT. Этот протокол поддерживает программы загрузки без использования стека TCP/IP, что позволяет обновлять ПО устройств в полевых условиях без специальных сервисных кабелей и привлечения сторонних специалистов.

Структурная схем отладочных комплектов для FoE показана на рис. 1, внешний вид платы контроллера устройств LAN925x показан на рис. 6. В ассортименте компании представлено несколько отладочных комплектов (EVB – Evaluation Board) для FoE, рассчитанных на работу с различными МК SAM (EVB-LAN9252, EVB LAN9253, EVB-LAN9255), выпол-

ненными на основе соответствующих микросхем (LAN9252, LAN9253, LAN9255).

Компания также предлагает отладочные комплекты для других промышленных приложений: устройств управления двигателями (3-фазными и бесконтактными BLDC), интеллектуальных IoT-мониторов объектов, устройств наблюдения за движением, сетевых TCP/IP приложений, мостов USB в UART, сварочных аппаратов и других.

Литература

1. URL: <https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors>.

Литература

1. URL: <https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors>.

