

# Микроконтроллеры и СнК от компании Geehy Semiconductor

Антон ПАЩЕНКО  
Роман БОРНИКОВ

В статье рассматриваются микроконтроллеры и СнК китайской компании Geehy Semiconductor. Широкая производственная линейка этой компании, содержащая микроконтроллеры на базе отлично известных процессорных ядер ARM Cortex-M0+, Cortex-M3 и Cortex-M4, не вызовет трудностей при переходе на продукцию компании. Беспроводные СнК и СнК защиты данных дополняют микроконтроллеры и позволяют создавать функционально законченные изделия, в основном, на базе продукции Geehy Semiconductor.

## Введение

Китайская компания Geehy Semiconductor более 20 лет специализируется на разработке микроконтроллеров (МК) для промышленных систем и автомобильной электроники. За это время она добилась ощутимых успехов, создав МК для систем управления и безопасные платформы для передачи данных.

Компания имеет шесть центров R&D, пять из которых находятся в Китае, а шестой — в шт. Северная Каролина (США). В Geehy Semiconductor трудятся более 500 инженеров, которые обеспечивают полный спектр услуг, начиная с «железа» и заканчивая софтом, а также производство микросхем. Недавно Geehy Semiconductor стала старшим членом RT-Thread, разрабатывающей платформы операционных систем для интернета вещей (IoT). Совместно с RT-Thread Geehy Semiconductor создает новую экосистему разработки.

## Производственная линейка компании Geehy Semiconductor

Выбор МК компании очень широк. Чтобы убедиться в этом, достаточно взглянуть на кодирование продукции при заказе (рис. 1). Производственная линейка компании состоит из трех основных групп:

- микроконтроллеры серии APM32 [1] для промышленного применения и автомобильной электроники;

- многоядерные гетерогенные СнК защиты данных от хакерских атак;
- беспроводные СнК стандарта BLE 4.2 и BLE 5.2 с очень малым энергопотреблением.

Наиболее широко представлены МК серии APM32. На рис. 2 показана продукция этой группы. Выбор достаточно широк и не ограничивается МК на основе единственного процессорного ядра. Представлены МК с ядрами ARM Cortex-M0+, Cortex-M3 и Cortex-M4. Соответственно, велик выбор и функциональных возможностей — от МК с очень малым потреблением до высокопроизводительных МК.

В состав группы беспроводных СнК входят микросхемы GW881 и GW3322, поддерживающие стандарты BLE 4.2 и BLE 5.2, соответственно. Кроме того, два СнК GS400 и GS500 входят в группу защиты данных.

## МК серии APM32

МК серии APM32 на основе хорошо известного ядра Cortex-M0+ обладают значительными функциональными возможностями по сравнению с аналогичными МК других компаний. Далеко не все из них могут похвастаться встроенной флэш-памятью большего объема, многоканальными 12-бит АЦП и 12-бит ЦАП или 100-выводными корпусами. Перечислим некоторые основные параметры МК APM32 Cortex-M0+.

- объем флэш-памяти: 16–256 Кбайт;



Рис. 1. Кодирование продукции при заказе

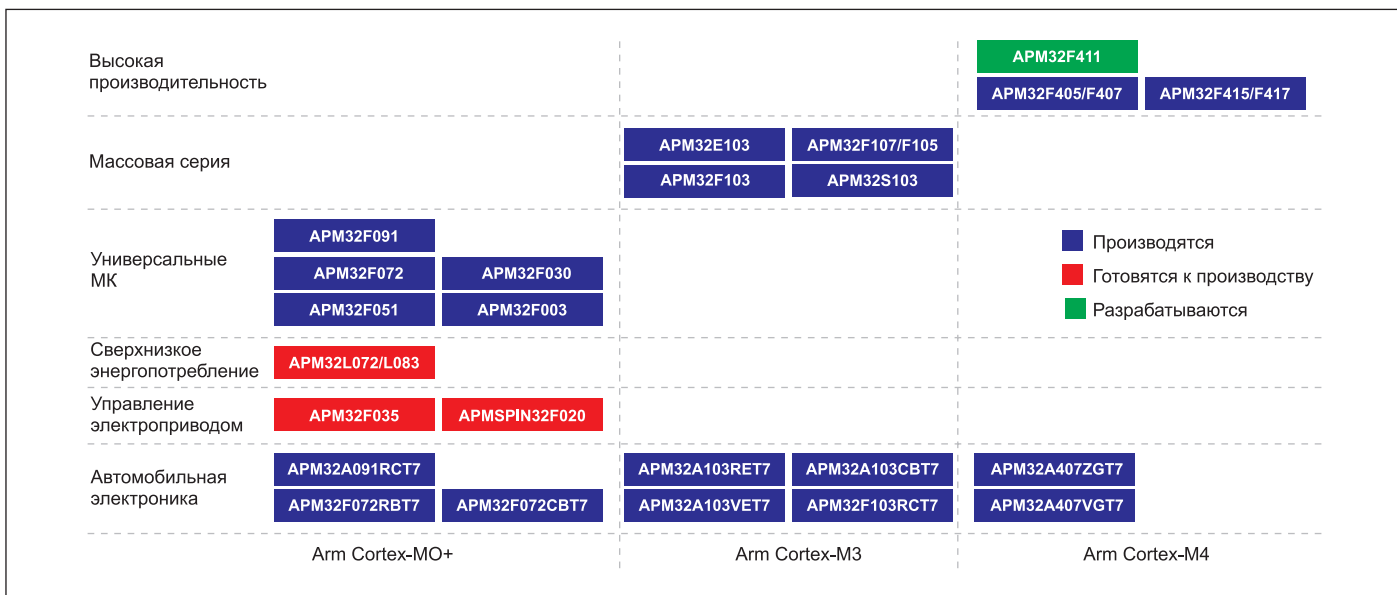


Рис. 2. Производственная линейка МК серии APM32

- объем ОЗУ: 2–32 Кбайт;
- число линий ввода/вывода: 16–88;
- напряжение питания: 3,6 и 5,5 В;
- число модулей 12-бит АЦП: 1;
- число каналов 12-бит АЦП: 8–16;
- число каналов 12-бит ЦАП: 1 или 2;
- число последовательных интерфейсов: 5–16.

Примерно то же самое, что о МК серии APM32 Cortex-M0+, можно сказать и о функциональных возможностях МК серии APM32 с ядром Cortex-M3. На взгляд автора, оно обеспечивает золотую середину между экономичностью и производительностью. МК на основе этого ядра, с одной стороны, решают довольно сложные задачи в режиме реального времени. С другой, их стоимость обычно невысока, и они востребованы в приложениях, где этот показатель выходит на первый план. Кроме того, МК Cortex-M3 отлично подходят на замену 8-бит МК, если по какой-то причине не хватает возможностей последних. Перечислим некоторые основные параметры МК серии APM32 с ядром Cortex-M3:

- объем флэш-памяти: 16–512 Кбайт;
- объем ОЗУ: 16–128 Кбайт;
- число линий ввода/вывода: 26–112;
- напряжение питания: 3,6 В;
- число модулей 12-бит АЦП: до трех;
- число каналов 12-бит АЦП: до 21;
- число каналов 12-бит ЦАП: два;
- число последовательных интерфейсов: 6–18.

Компания обеспечила высокую производительность МК серии APM32 с ядром Cortex-M4. Увеличился объем памяти, возросла тактовая частота. Кроме того, в ядре Cortex-M4F можно использовать модуль для обработки данных с плавающей запятой. Появился также интерфейс Ethernet, что заметно увеличило сетевые возможности МК. Некоторые основные параметры этой группы:

- объем флэш-памяти: 512–1024 Кбайт;
- объем ОЗУ: 192 Кбайт;
- число линий ввода/вывода: 51–140;
- напряжение питания: 1,8 или 3,6 В;
- число модулей 12-бит АЦП: до трех;
- число каналов 12-бит АЦП: до 24;
- число каналов 12-бит ЦАП: два;
- число последовательных интерфейсов: 6–18.

Добавим, что в эту группу продукции входят МК, сертифицированные для использования в автомобильной электронике. Поскольку, однако, лучше один раз увидеть, чем семь раз услышать, мы кратко рассмотрим МК серий

APM32 Cortex-M0+ и APM32 Cortex-M4. Они находятся на противоположных полюсах производственной линейки компании Gehe Semiconductor и дадут хорошее представление о продукции этой компании.

Структурная схема МК серии APM32 Cortex-M0+ APM32F003x4x6 представлена на рис. 3. Видно, что она предельно лаконична и отлична знакома практически любому разработчику. Применение этих МК не должно вызвать каких-либо сложностей у проектировщиков, имеющих опыт работы с МК на основе ядер ARM. Исходя из этого, мы очень кратко опишем периферию МК

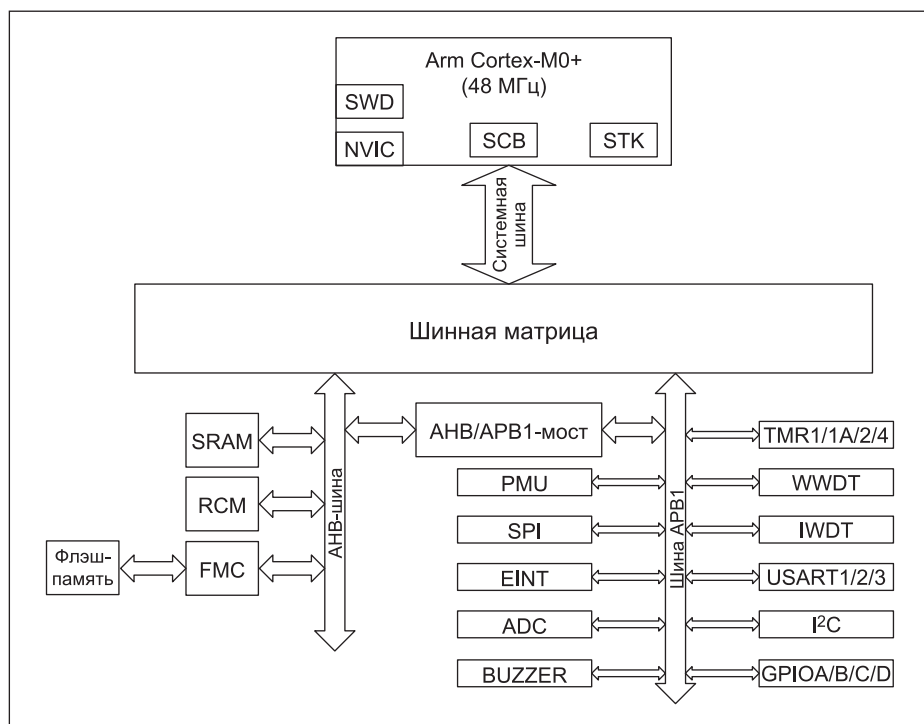


Рис. 3. Структурная схема МК серии APM32 Cortex-M0+ APM32F003x4x6

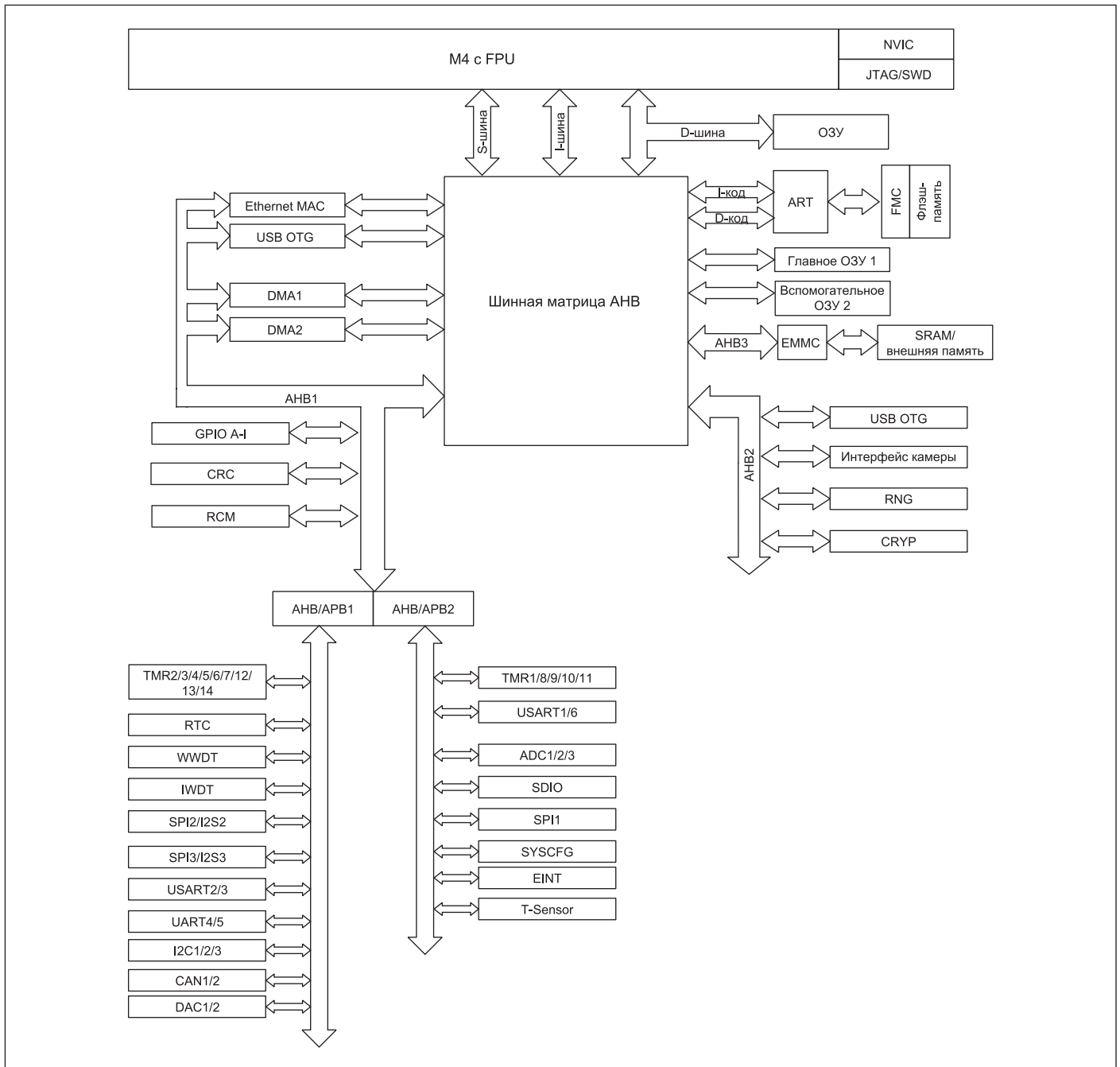


Рис. 4. Структурная схема МК серии AP32 Cortex-M4 AP32F405/415xG/AP32F407RxT6

AP32 Cortex-M0+, начав с таймеров. Они делятся на три типа:

- таймеры с расширенными возможностями;
- универсальные таймеры общего назначения;
- базовые таймеры.

Таймеры с расширенными возможностями также могут исполнять роль универсальных и базовых таймеров. Они поддерживают четыре канала захвата/сравнения и могут использоваться для прямого и реверсивного направления счета. Универсальный таймер имеет три канала захвата, но у него нет функции сравнения выходных данных и возможности осуществлять реверсивный счет. Базовый таймер служит только для синхронизации, и у него отсутствует внешний интерфейс.

В состав МК серии AP32 Cortex-M0+ встроены хорошо известные последовательные интерфейсы SPI, I<sup>2</sup>C, I<sup>2</sup>S, USART/UART, CAN.

12-бит АЦП может иметь до семи внешних каналов и один внутренний канал. Все внешние каналы работают в дифференциальной или несимметричной конфигурации. АЦП работает в режиме длительного опроса заданных каналов, в режиме однократного опроса. Предусмотрена возможность буферизации выходных данных. После окончания каждого преобразования формируется прерывание. Старт преобразования осуществляется не только от внешнего, но и от внутреннего источника сигнала.

На рис. 4 показана структурная схема МК серии AP32 Cortex-M4 AP32F405/415xG/AP32F407RxT6. Таким образом, в состав МК этой группы входит гораздо больше функциональных модулей, чем в состав МК серии AP32 Cortex-M0+.

Помимо более производительного ядра Cortex-M4 в сравнении с МК Cortex-M0+, в эту группу МК добавлены интерфейсы USB и Ethernet, а также интерфейс камеры. Значительно увеличен объем встроенной памяти, встроены контроллер внешней памяти и контроллер сенсорной панели, увеличено количество таймеров и число модулей АЦП, добавлены модули аппаратных криптоускорителей. Все перечисленные усовершенство-

вания позволяют использовать МК серии ARM32 Cortex-M4 в человеко-машинном интерфейсе (HMI) и, следовательно, на среднем уровне АСУ ТП.

Следует упомянуть и несколько системных модулей. Контроллер конфигурации дает возможность переконфигурировать карту памяти, выбирать интерфейс MAC PHY, настраивать внешние прерывания и управлять функциями ввода/вывода. Эти возможности повышают адаптивность МК к требованиям конкретного проекта. Модуль управления питанием позволяет формировать три режима пониженного энергопотребления: сон, останов и ожидание. Отдельный контроллер внешних прерываний позволяет дифференцировать внешние сигналы и упрощает их обработку.

### СнК защиты данных и безопасности

Аппаратные и программные средства компании обеспечивают аутентификацию, определяют подлинность и идентификатор пользователя. Они поддерживают безопасность связи и целостность канала передачи данных, а также реализуют безопасное хранение данных, предотвращают незаконное копирование и фальсификацию.

Гетерогенные СнК GS400 и GS500 защиты данных разработаны на базе проприетарных ядер СК810F, СК803S и СК802. СнК имеют двухъядерную архитектуру. Перечислим некоторые основные особенности СнК GS500, у которой больше функциональных возможностей:

- напряжение питания: 2,97–3,6 В;
- частота тактирования ядра СК810F (макс.): 600 МГц;
- частота тактирования ядер СК803S и СК802 (макс.): 200 МГц;
- объем ОЗУ: 584 Кбайт;
- четыре почтовых ящика для межъядерных коммутаций;
- шифрование:
  - 128/193/256-бит AES;
  - 64/192 — 3DES;
  - SM2, SM4;
  - SHA;
  - ECC;
- четыре группы 32-бит линий порта ввода/вывода;
- таймеры:
  - два 32-бит таймера;
  - 64-бит таймер;
  - 32-бит сторожевой таймер;
  - 32-бит счетчик реального времени;
- периферия:
  - NFC с NANDwFlash;
  - SD-карта;
  - ЖКД с разрешением 1280×800 при частоте кадров 60 Гц;
  - девять UART;
  - пять SPI;
  - четыре I<sup>2</sup>C;
  - три USB 2.0;

- ШИМ;
- 10-канальный 12-бит АЦП с производительностью 1 Мвыб/с;
- 2-Гбайт внешняя память DDR2/DDR3 SDRAM;
- процессор обработки изображений;
- корпус BGA525.

Согласитесь, внушительный список возможностей, позволяющий помимо защиты данных решать и задачи управления. Добавим, что помимо упомянутых серийно производимых СнК, возможна разработка по требованию заказчика. В этом случае возможна реализация 2-, 4- и 7-ядерной архитектуры, а также разработка однокристалльного решения.

### Беспроводные СнК

Производятся две СнК GW881 и GW3322, поддерживающие стандарты BLE 4.2 и BLE 5.2, соответственно. СнК GS400 базируется на процессорном ядре Cortex-M0+. По сравнению с рассмотренным выше МК ARM32 Cortex-M0+, в СнК добавлен квадратурный декодер и РЧ-модуль, а вместо 12-бит АЦП встроен 10-бит АЦП. Основные параметры СнК GS400:

- выходная мощность передатчика (макс.): 4 дБм;
- чувствительность приемника: –94 дБм;
- потребляемый ток при передаче сигнала 0 дБм: 4,8 мА;
- потребляемый ток при приеме сигнала 0 дБм: 2,8 мА;
- потребляемый ток в режиме глубокого сна 1 мкА.
- объем флэш-памяти: 512 Кбайт;
- число линий ввода/вывода: 21 или 32.
- размер корпуса: 5×5×1 мм.

Иначе построена СнК GS500. Она создана на основе проприетарного ядра RISC V, благодаря чему частота тактирования увеличена до 160 МГц (у GS400 — 48 МГц), за счет чего выше и производительность СнК. Немного улучшены и параметры РЧ-модуля — максимальная мощность передачи возросла до 9 дБм. Более производительное процессорное ядро позволило добавить интерфейс USB и заметно увеличить возможности аналоговой периферии: теперь в ее состав входит 13-канальный 10-бит АЦП и 2-канальный 12-бит ЦАП.

### Экосистема

В экосистему входят:

- инструменты отладки, разработанные компанией;
- средства отладки сторонних компаний;
- встраиваемое программное обеспечение;
- онлайн-тренинги.

В общей сложности, компания производит 13 отладочных плат для всех МК и СнК компании. В средства отладки сторонних компаний входят IDE, отладочные платы и инструменты отладки практически всех

мировых компаний, специализирующихся в этом приложении. Встраиваемое ПО содержит:

- Huawei LiteOS;
- IAR Embedded Workbench;
- Geehy Semiconductor Secured RT-Thread.

Онлайн-тренинги содержат обучающие видео и тренинги.

### Выводы

В статье рассмотрена продукция компании Geehy Semiconductor. Широкая производственная линейка компании позволяет создавать системы сбора и обработки данных, а также системы управления промышленными объектами, используя только микроконтроллеры [2] и СнК Geehy Semiconductor. На базе МК серии ARM32, в состав которой входят МК с процессорными ядрами Cortex-M0+, Cortex-M3 и Cortex-M4, строится система управления промышленными объектами в режиме реального времени, а коммуникационные интерфейсы расширяют сетевые возможности МК.

Если добавить к МК серии ARM32 беспроводные СнК и СнК, обеспечивающие безопасную передачу и хранение данных, можно получить функционально завершённую систему управления или систему сбора и обработки данных. МК, сертифицированные для автомобильной электроники, расширяют область применения продукции компании.

Для разработки и отладки можно воспользоваться развитой экосистемой, содержащей все необходимые инструменты от Geehy Semiconductor и сторонних компаний. ■

### Литература

1. Микроконтроллеры серии ARM32 // <https://macrogroup.ru/catalog/mikrokontrollery/>
2. <https://macrogroup.ru/materials/news/kompaniya-makro-gruppy-obyavlyayet-o-sotrudnichestve-s-proizvoditelem-mikrokontrollerov-geehy-iz-kitaya/>