

Микроконтроллеры и флеш-память от компании GigaDevice

Д. Садеков¹

УДК 621.3.049.774 | ВАК 2.2.2

GigaDevice Semiconductor – ведущий мировой fabless-разработчик микросхем флеш-памяти и микроконтроллеров. Компания была основана в апреле 2005 года, штаб-квартира находится в Пекине. Кроме Китая, офисы компании расположены также в Гонконге, США, Южной Корее, Японии, Великобритании, Германии, Сингапуре. Компания впервые в Китае запустила 32-разрядные микроконтроллеры собственной разработки на базе ядра Arm Cortex-M3, а также успешно развивает производство флеш-памяти, что сделало бренд известным за пределами своей страны. Еще одно важное направление – разработка микросхем считывателей отпечатков пальцев для мобильных устройств. В статье представлен обзор основных линеек продукции GigaDevice.

В области NOR флеш-памяти GigaDevice является поставщиком номер один в Китае и номер три в мире – с момента создания бренда было поставлено более 21,2 млрд микросхем этого типа. Кроме того, компания занимает первое место в Китае среди поставщиков Arm-микроконтроллеров общего назначения, предлагая на рынке более 550 наименований 42 серий, при этом на сегодняшний день отгружено более 1,5 млрд устройств. Для российских разработчиков микросхемы GigaDevice интересны в первую очередь возможностью их использования в качестве замены продуктов других популярных производителей, таких как Atmel, Micron, STMicroelectronics.

Продукция компании ориентирована на применение в таких областях, как промышленность, автомобильная отрасль, телекоммуникации, компьютерная техника, потребительская электроника, Интернет вещей, мобильные устройства и др.

Ключевое продуктовое направление GigaDevice – 32-разрядные микроконтроллеры общего назначения на базе процессоров Arm Cortex-M (Cortex-M3, Cortex-M4, Cortex-M23, Cortex-M33, Cortex-M7) и RISC-V.

Среди микроконтроллеров на базе Cortex-M3 следует отметить популярную серию **GD32F103xx**, которая нашла широкое применение во множестве приложений, в частности в системах промышленного управления, приводах электродвигателей, системах управления питанием и аварийной сигнализации, пот-

ребительской портативной электронике, POS-терминалах, автомобильных GPS-системах, видеодомофонах, компьютерных периферийных устройствах и др. Эти устройства отличаются оптимальным соотношением производительности, мощности потребления и набора периферии. Микроконтроллеры работают на частоте до 108 МГц, оснащены флеш-памятью с нулевым ожиданием емкостью до 3072 Кбайт и SRAM – до 96 Кбайт. Устройства содержат расширенный набор портов ввода-вывода и встроенную периферию, подключенную к двум APB-шинам. В состав микросхем этой серии входят до двух 12-разрядных АЦП, до двух 12-разрядных ЦАП, до десяти 16-разрядных таймеров общего назначения плюс два ШИМ-таймера, а также стандартный набор коммуникационных интерфейсов: 3 x SPI, 2 x I2C, 3 x USART, 2 x UART, 2 x I2S, USB, CAN и SDIO. Серия доступна в корпусах QFN36, LQFP48, LQFP64, LQFP100 и LQFP144.

Многие устройства этой серии являются функциональными аналогами микросхем семейства STM32F103 от STMicroelectronics (табл. 1), при этом производительность микроконтроллеров от GigaDevice выше: максимальная частота работы ядра устройств GigaDevice составляет 108 МГц против 72 МГц для STMicroelectronics. Кроме того, объем флеш-памяти микроконтроллеров GigaDevice достигает 3 Мбайт, а STMicroelectronics – 1 Мбайт.

К линейке недорогих 32-разрядных микроконтроллеров GigaDevice на базе Cortex-M3 принадлежат серии **GD32F130xx** и **GD32F150xx**, работающие на частоте до 48 и 72 МГц соответственно. Эти малопотребляющие устройства содержат полный набор периферии и стандартные коммуникационные интерфейсы, что позволяет

¹ Холдинг «Золотой Шар», менеджер по развитию, тел.: +7 (495) 234-01-10 (доб. 260), sadekov@zolshar.ru.

создавать на их основе разнообразные приложения, включая системы промышленного управления, пользовательские интерфейсы, портативные потребительские устройства, игровые приставки, навигационные GPS-системы, электровелосипеды и др.

GigaDevice предлагает также высокопроизводительные серии **GD32F205xx** и **GD32F207xx** на базе Cortex-M3. Эти микроконтроллеры оснащены расширенным набором периферии и коммуникационных интерфейсов и обеспечивают поддержку таких приложений, как обработка видео, управление LCD-дисплеями, расширение памяти, высокоскоростные системы сбора данных, системы промышленного управления, человеко-машинные интерфейсы, системы безопасной оплаты, автомобильные системы, Интернет вещей и многое другое.

Микроконтроллеры серий GD32F205xx и GD32F207xx поддерживают максимальную тактовую частоту 120 МГц, оснащены флеш-памятью емкостью до 3072 Кбайт и SRAM от 128 до 256 Кбайт, содержат встроенный модуль аппаратного шифрования для обеспечения безопасности приложений. Флеш-память с доступом к ядру с нулевым ожиданием обеспечивает производительность до 150 DMIPS, эффективность выполнения кода на 30–40% выше, чем у аналогичных микроконтроллеров на базе Cortex-M3, доступных на рынке. В дополнение к стандартным интерфейсам (UART, SPI, I2C, I2S), серии GD32F205xx и GD32F207xx содержат два CAN 2.0B, порт SDIO, контроллер Ethernet 10/100M (MAC). Они также оснащены полноскоростным интерфейсом USB OTG, поддерживающим функцию LPM с низким потреблением, который обеспечивает несколько режимов передачи, таких как Device, HOST и OTG.

В категории микроконтроллеров на базе ядра Cortex-M4 GigaDevice предлагает несколько серий – от недорогих до высокопроизводительных, с расширенными коммуникационными возможностями.

Серия **GD32E103xx** – оптимальный выбор с точки зрения соотношения цены и качества (производительность, энергопотребление, набор периферии). Высокопроизводительное ядро Cortex-M4 поддерживает полный набор DSP-команд для эффективной обработки сигналов. В нем также реализована мощная технология трассировки для обеспечения безопасности приложений и поддержки расширенной отладки.

Процессорное ядро Cortex-M4 работает на частоте 120 МГц с доступом к флеш-памяти для достижения максимальной эффективности. Объем встроенной флеш-памяти достигает 128 Кбайт, SRAM – 32 Кбайт. Устройства содержат два 12-разрядных АЦП с быстродействием 3 Мвыб/с, два 12-разрядных ЦАП, до десяти обычных 16-разрядных таймеров, два 16-разрядных ШИМ-таймера и два 16-разрядных базовых таймера. В набор коммуникационных интерфейсов входят SPI, I2C, USART, UART, I2S и USBFS.

Несколько режимов энергосбережения обеспечивают оптимальное сочетание времени пробуждения и энергопотребления. Устройства подходят для широкого спектра приложений, в частности для систем промышленного управления, приводов электродвигателей, бытовой техники, портативных устройств, человеко-машинных интерфейсов, систем безопасности, автомобильной навигации, Интернета вещей и др.

Серии **GD32F425xx/GD32F427xx/GD32F470xx** рассчитаны на требовательные приложения в различных инновационных областях, таких как вычислительные системы, облачные серверы, искусственный интеллект, промышленное управление, инвертеры электродвигателей, графические дисплеи, системы видеонаблюдения, сенсорные сети, дроны, робототехника, Интернет вещей и др. Микроконтроллеры на базе Cortex-M4 с рабочей частотой процессора до 240 МГц подходят для встроенных приложений, использующих сложные алгоритмы. Их

Таблица 1. Аналоги микроконтроллеров GigaDevice и STMicroelectronics

GigaDevice	STMicroelectronics
GD32F103VET6	STM32F103VET6
GD32F103RET6	STM32F103RET6
GD32F103VCT6	STM32F103VCT6
GD32F103RGT6	STM32F103RGT6
GD32F103RCT6	STM32F103RCT6
GD32F103CBT6	STM32F103CBT6
GD32F103C8T6	STM32F103C8T6
GD32F103RBT6	STM32F103RBT6

преимущества заключаются в более быстрой обработке данных в реальном времени и большой емкости встроенной памяти (до 3072 Кбайт флеш-памяти, до 768 Кбайт SRAM).

В состав коммуникационных интерфейсов входят до четырех USART и до четырех UART, три I2C, шесть SPI, два I2S, два CAN 2.0B, один порт SDIO, один контроллер Ethernet 10/100M, а также USB 2.0 FS и HS. Микроконтроллеры оснащены тремя 12-разрядными высокоскоростными АЦП и двумя 12-разрядными ЦАП с частотой дискретизации до 2,6 Мвыб./с.

Кроме того, микроконтроллеры серий GD32F425xx/GD32F427xx/GD32F470xx содержат контроллер TFT LCD-дисплея и аппаратный ускоритель обработки изображений. Он поддерживает видеоинтерфейс камеры с разрядностью от 8 до 14 бит для простого подключения к цифровым камерам и осуществления сбора и передачи изображений.

Микроконтроллеры GigaDevice на базе Cortex-M23 (серии **GD32E230xx/GD32E231xx/GD32E232xx/GD32E233xx/GD32E235xx**) относятся к категории микроконтроллеров с низким потреблением. Ядро Cortex-M23 с рабочей частотой до 72 МГц обеспечивает достаточно высокую вычислительную мощность благодаря оптимизированному набору команд Armv8-M и усовершенствованной шинной конфигурации, которая включает в себя автономный умножитель и делитель, что делает микропроцессор подходящим для глубоко встроенных приложений, требующих высокой энергоэффективности.

Блок управления питанием обеспечивает до шести режимов пониженного энергопотребления, включая частичный сон, глубокий сон и пробуждение по включению. При работе на максимальной частоте и в активном режиме потребляемая мощность этих микропроцессоров составляет всего около 100 мкА/МГц.

По сравнению с конкурирующими в отрасли микропроцессорами с низким потреблением, эти серии устройств от GigaDevice отличаются большим набором периферийных ресурсов и гибкостью применения, что позволяет использовать их в широком спектре приложений, включая промышленные счетчики, портативные потребительские и медицинские устройства, системы управления батареями, а также системы сбора и передачи данных.

GigaDevice предлагает также микроконтроллеры автомобильного класса серий **GD32A502xx/GD32A503xx/GD32A513xx** на базе ядра Cortex-M33 с рабочей частотой 100 МГц, отвечающих высоким требованиям надежности и стабильности автомобильных приложений. Микроконтроллеры оснащены 384 Кбайт флеш-памяти и 48 Кбайт SRAM, а также выделенным кодовым пространством, конфигурируемым как 64 Кбайт D-флеш-память/4 Кбайт EEPROM. Микросхемы работают в широком диапазоне напряжений питания (2,7–5,5 В) и температур (от –40 до 125 °С), срок службы превышает 15 лет.

Микроконтроллеры серий GD32A502xx/GD32A503xx/GD32A513xx оснащены широким набором коммуникационных интерфейсов, поддерживая до трех USART, 2x I2C, 2x SPI, 1x I2S, а также 2x CAN FD и 3x LIN.

Богатый функционал этих микроконтроллеров позволяет использовать их в различных автомобильных приложениях, таких как управление окнами автомобиля, стеклоочистителями, кондиционерами, интеллектуальными замками, приводами сидений, багажниками, освещением, а также в приборных панелях, автомобильных развлекательных системах, навигации, беспроводной зарядке и др. Благодаря надежным системам обеспечения безопасности эти микросхемы подходят также для некоторых компонентов ADAS-систем, таких как камеры кругового обзора, звуковые системы оповещения AVAS и др.

На базе ядра Cortex-M33 GigaDevice выпускает также микроконтроллеры серии **GD32W515xx** со встроенным однопоточным радиочастотным модулем IEEE802.11b/g/n, работающим на частоте 2,4 ГГц. Эта серия Wi-Fi-микроконтроллеров отличается высокой мощностью передачи и чувствительностью приема сигнала, что обеспечивает ведущие в своем классе характеристики РЧ-канала. Серия также характеризуется превосходной помехозащищенностью и отличается высокой стабильностью приема сигнала.

Ядро процессора работает на частоте 180 МГц, в состав периферии, кроме АЦП, ЦАП, 16-/32-разрядных таймеров, коммуникационных интерфейсов, входят блок управления TrustZone, интерфейс цифровой камеры, интерфейс сенсорных панелей, интерфейс Quad SPI (QSPI). Серия оснащена также высокопроизводительным цифровым фильтром, предназначенным для внешнего Σ - Δ -модулятора для высокоточной обработки аудиосигналов.

Ключевые сферы применения этих микроконтроллеров: системы умного дома, промышленный Интернет вещей, бытовая электроника.

Серии **GD32E502xx/GD32E503xx/GD32E505xx/GD32E507xx/GD32E508xx** на базе Cortex-M33 относятся к классу высокопроизводительных микроконтроллеров. Ядро Cortex-M33 с архитектурой Armv8 поддерживает частоту процессора до 180 МГц, а также мощный набор команд, который обеспечивает расширенные операции обработки битовых полей, DSP-операции и вычисления с плавающей запятой. Серии также оснащены новым блоком обработки тригонометрических функций (TMU), который снижает нагрузку на ЦП и улучшает эффективность работы, а также блоком защиты памяти (MPU) для изоляции задач и повышения надежности системы.

Микроконтроллеры этих серий подходят для широкого спектра применений, включая системы промышленного управления, цифровые источники питания, инверторы электродвигателей, измерительные приборы, обработку

смешанных сигналов, потребительскую электронику высокого класса и др.

Еще одна серия микроконтроллеров на базе Cortex-M33 – **GD32F527xx**. Эти высокопроизводительные устройства с частотой процессора 200 МГц соответствуют стандарту функциональной безопасности IEC61508 уровня SIL2 и ориентированы на высоконадежные промышленные приложения. Они отличаются увеличенной памятью (7680 Кбайт флеш-памяти, 1088 Кбайт SRAM) и широким набором коммуникационных интерфейсов.

Микроконтроллеры оснащены усовершенствованными аппаратными DSP-ускорителями и блоками операций с плавающей запятой одинарной точности (FPU), которые значительно снижают нагрузку на ядро и повышают эффективность обработки. В составе флеш-памяти выделена конфигурируемая область 2048 Кбайт с нулевым ожиданием для повышения эффективности обработки кода в режиме реального времени. Предусмотрено также большое пространство флеш-памяти для резервного копирования и хранения параметров.

В серии реализованы встроенные функции безопасности, которые обеспечивают несколько уровней защиты кода и данных, а также область EFUSE, которая поддерживает безопасную загрузку и отладку. Серия оснащена полным набором стандартных интерфейсов, а также интерфейсом USB2.0 OTG, который поддерживает как полноскоростной, так и высокоскоростной режимы. Кроме того, в серии реализованы два канала контроллеров CAN-FD и один Ethernet-интерфейс для обеспечения требований промышленных сетей и других коммуникационных приложений.

В продуктовой линейке GigaDevice представлены также микроконтроллеры серий **GD32H737xx/GD32H757xx/GD32H759xx** на базе высокопроизводительного процессорного ядра Cortex-M7. Процессор работает на частоте до 600 МГц, обеспечивает производительность до 1552 DMIPS и в тестах CoreMark демонстрирует показатель 2888 баллов. Память большого объема (3084 Кбайт флеш-памяти и 1024 Кбайт SRAM) способна поддерживать различные операционные системы и продвинутые алгоритмы, включая приложения в области искусственного интеллекта, что обеспечивает эффективную обработку данных и команд в реальном времени с малой задержкой.

Микроконтроллеры этих серий оснащены широким набором интерфейсов, включая 8xU(S)ART, 4xI2C, 6xSPI, 4xI2S, 2xSDIO и 2xOctal SPI (OSPI, обратно совместим с QSPI) с шифрованием в режиме реального времени с поддержкой модуля детектирования в реальном времени (RTDEC). Кроме того, в них входят два интерфейса USB2.0 OTG, три модуля CAN-FD и два Ethernet-интерфейса. Частота дискретизации двух встроенных 14-разрядных АЦП может достигать 4 Мвыб./с.

Серии GD32H737xx/GD32H757xx/GD32H759xx оснащены контроллером TFT-LCD-дисплея и ускорителем операций обработки 2D-изображений, таких как наложение, вращение, увеличение/уменьшение масштаба и преобразование цветов. Микропроцессоры также включают в себя последовательный аудиоинтерфейс (SAI), аудиоинтерфейс SPDIF и 8-/14-разрядный интерфейс цифровой камеры для захвата и передачи видео и изображений.

Микропроцессоры GD32H737xx/GD32H757xx/GD32H759xx подходят для обработки сигналов, высокоточного управления электродвигателем, цифровых источников питания, систем аккумуляции энергии, систем распознавания звука и голоса, а также графических приложений. Благодаря высокой производительности и большому объему памяти эти микроконтроллеры также поддерживают приложения, требующие интенсивных вычислений, такие как машинное обучение и искусственный интеллект.

Компания GigaDevice также поставляет микроконтроллеры, построенные на архитектуре с открытым исходным кодом на процессоре RISC-V.

Серия **GD32VF103xx** на базе 32-разрядного процессора RISC-V работает на частоте 108 МГц с поддержкой доступа к флеш-памяти с нулевым ожиданием и обеспечивает на 15% более высокую производительность по тесту CoreMark, а также на 25–50% более низкое потребление по сравнению с микроконтроллерами серии GD32F103xx на базе Cortex-M3. Микропроцессоры GD32VF103xx оснащены флеш-памятью объемом до 128 Кбайт и SRAM объемом до 32 Кбайт. К двум шинам APB подключен широкий набор расширенной периферии.

В состав микроконтроллеров входят два 12-разрядных АЦП, два 12-разрядных ЦАП, четыре 16-разрядных таймера общего назначения, два базовых таймера, ШИМ-таймер ШИМ, а также набор коммуникационных интерфейсов: 3xSPI, 2xI2C, 3xUSART, 2xUART, 2xI2S, 2xCAN и полноскоростной USB. Ядро процессора RISC-V тесно связано с усовершенствованным контроллером локальных прерываний ядра (ECLIC), SysTick-таймером и расширенной поддержкой отладки.

Микроконтроллеры подходят для различных приложений, в том числе для систем промышленного управления, приводов электродвигателей, систем сигнализации, бытовой техники, портативного оборудования, POS-терминалов, автомобильных GPS-систем, светодиодных дисплеев и др.

Еще одна серия микроконтроллеров на базе RISC-V, **GD32VW553**, ориентирована на применение в различных беспроводных приложениях, включая интеллектуальную бытовую технику, системы умного дома, промышленный Интернет вещей, коммуникационные шлюзы. Эта серия подходит также для приложений с ограниченным

бюджетом, в частности в офисном оборудовании, платежных терминалах и различных IoT-устройствах.

Процессор работает на частоте 160 МГц, включает в себя усовершенствованный модуль аппаратного ускорения DSP-операций, модуль с плавающей запятой двойной точности (FPU), интерфейсы расширения команд и другие ресурсы.

Микроконтроллер поддерживает протокол сосуществования беспроводных сетей, основанный на механизме арбитража пакетного трафика (PTA), что значительно снижает помехи на одной частоте, вызванные Wi-Fi и Bluetooth, тем самым повышается стабильность приема сигнала. Кроме того, он оснащен автоматической регулировкой усиления (APU) в широком динамическом диапазоне для эффективного улучшения качества сигнала.

Серия GD32VW553 также поддерживает функцию безопасности Wi-Fi Protected Access (WPA), включающую технологию шифрования WPA3 для личных и корпоративных сетей. Механизм аппаратного шифрования и дешифрования поддерживает алгоритмы DES, тройной DES, AES и Hash. Серия также поддерживает блок ускорения шифрования с открытым ключом (PKCAU) для обеспечения конфиденциальности и целостности данных во время беспроводной связи.

В продуктовой линейке GigaDevice также представлена SPI NOR флеш-память, SPI NAND флеш-память и параллельная NAND флеш-память.

SPI NOR флеш-память предлагается объемом от 512 Кбит до 2 Гбит, поддерживает напряжения питания 1,2 В, 1,8 В, 3 В, а также питание от батарей 1,65–3,6 В.

Микросхемы выпускаются в трех опциях диапазонов рабочих температур (–40...85 °С, –40...105 °С, –40...125 °С) и в 20 типах корпусов, что позволяет применять их в широком спектре приложений. В ассортименте SPI NOR флеш-памяти от GigaDevice можно подобрать аналоги таких производителей, как Atmel, Micron, EON, Macronix, Spansion, SST, Winbond.

Микросхемы **SPI NAND флеш-памяти** от GigaDevice объемом до 4 Гбит оснащены встроенным переключаемым модулем коррекции ошибок (ECC), поддерживают QSPI, обеспечивают высокую скорость, надежность и низкое энергопотребление. Эти микросхемы предназначены для хранения кода и данных в сетевых коммуникациях, системах наблюдения, Интернете вещей и потребительских приложениях. Микросхемы предлагаются в компактных корпусах с малым количеством выводов, кроме того, доступна компоновка, совместимая с SPI NOR флеш-памятью, для упрощения миграции.

Параллельная NAND флеш-память предлагается объемом до 8 Гбит в широко распространенных корпусах типа TSOP48 и BGA63, поддерживает напряжение питания 1,8 или 3 В и 8/16-разрядные интерфейсы ввода-вывода. Ключевые сферы применения: мобильные устройства, ТВ-приставки, карты данных, телевизоры и др.

Продукцию компании GigaDevice в Россию поставляет независимый дистрибьютор – холдинг «Золотой Шар» (www.zolshar.ru), один из ведущих поставщиков импортных и отечественных электронных компонентов. ●

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 2800 руб.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУБМИКРОННЫХ МИКРОСХЕМ

Белов А. И., Красников Г. Я., Солодуха В. А.

В объеме 14 глав одной книги детально и последовательно рассмотрен весь комплекс взаимосвязанных теоретических и практических аспектов сквозного проектирования и организации производства кремниевых субмикронных микросхем: теоретические основы работы полевых и биполярных транзисторов, методы и особенности конструктивно-схематического проектирования, базовые схмотехнические и системотехнические решения биполярных, КМОП-, БиКМОП- и КНИ-микросхем, методы и средства повышения их радиационной стойкости, стандартные библиотеки проектирования и типовые маршруты проектирования.

Впервые в отечественной научно-технической литературе здесь детально рассмотрены методы логического проектирования КМОП-микросхем с пониженным энергопотреблением, а также основные принципы и методы проектирования кибербезопасных микросхем и систем на кристалле.

Книга ориентирована на широкий круг читателей: студентов и преподавателей технических университетов, а также инженеров и менеджеров, специализирующихся в области разработки и организации производства субмикронных микросхем.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2023. — 782 с.,
ISBN 978-5-94836-603-6

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphaera.ru, sales@technosphaera.ru