

# Микросхема записи-воспроизведения звука компании Nuvoton Technology со встроенным микроконтроллером

**Виталий Захаров**, ведущий специалист ООО «Гамма»  
E-mail: micro@microchip.ua

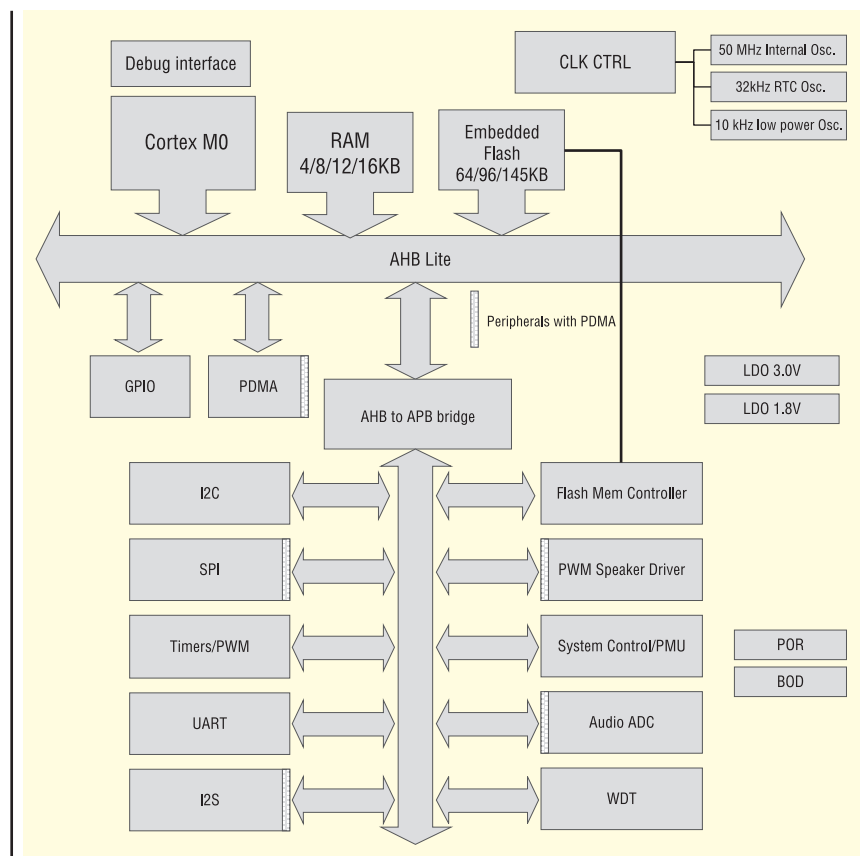
**В статье приведен обзор новой микросхемы записи-воспроизведения звука фирмы Nuvoton Technology со встроенным микроконтроллером на базе ядра ARM Cortex™-M0.**

В наш современный век электроники грань между аналоговой и цифровой элементными базами становится все тоньше. Микросхемы ЦАП, АЦП, компараторы, кодеры и декодеры аналогового сигнала все больше внедряются в цифровые микросхемы. Одним из примеров таких микросхем является микросхема записи-воспроизведения аудиосигнала ISD9300 компании Nuvoton Technology, которую можно назвать аналоговой микросхемой со встроенным микроконтроллером. Такие микросхемы имеют еще название «Системы На Кристалле» — System-On-a-Chip (SOC) и позволяют конструкторам разрабатывать устройства, способные воспроизводить ясную и хорошо разборчивую речь или аудиозапись, сокращать время проектирования устройств, снижать стоимость устройства за счет сокращения числа комплектующих компонентов, а высокоскоростная интегрированная периферия уменьшает количество интерфейсных микросхем, таких как аудиокодеки, USB контроллеры и др.

Ядро микроконтроллера микросхемы — Cortex™-M0 — работает на частоте до 98 МГц, имеет энергонезависимую Flash-память объемом до 145 Кбайт и встроенное ОЗУ объемом до 16 Кбайт. Микросхема сохраняет работоспособность в широком диапазоне питающих напряжений от 2.4 до 5.5 вольт, содержит высокопроизводительные скоростные интерфейсы, аналоговые интерфейсы для подключения микрофона

и громкоговорителя, порт интерфейса емкостной клавиатуры, а специальная схема управления питанием позволяет использовать данную микросхему в портативных медицинских приборах, системах безопасности, речевых ин-

форматорах общественного транспорта, торговых терминалах, бытовой технике, электронных игрушках и другой портативной технике с батарейным питанием. Кроме аналоговых интерфейсов микросхема содержит сторожевой таймер (WDT), часы реального времени (RTC), схему прямого доступа к памяти (PDMA), различные последовательные интерфейсы (UART, SPI/SSP, I<sup>2</sup>C, I<sup>2</sup>S), ШИМ модуляторы, аналоговый компаратор, детектор снижения питания.



**Рис. 1. Блок-схема микросхемы семейства ISD9300**

Микросхема ISD9300 выполнена в корпусе LQFP-64 по бессвинцовой технологии (RoHS) и работает в диапазоне температур от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ .

Блок-схема микросхем семейства ISD9300 приведена на рисунке 1.

Рассмотрим характеристики и параметры узлов микросхемы более подробно.

### Ядро

Ядро ARM® Cortex™-M0 работает на частоте до 98.304 МГц и содержит один 24-битный системный таймер для обеспечения работы операционной системы. Выполняет 32-битное аппаратное умножение за один цикл. Встроенный контроллер приоритетов прерывания NVIC (Nested Vector Interrupt Controller) обеспечивает работу 32 источников прерывания с 4-уровневым приоритетом.

### Управление энергопотреблением

ISD9300 поддерживает различные режимы снижения потребляемой мощности. Работает в широком диапазоне питающих напряжений (см. рис. 2). Схема управления питанием PMU (Power management Unit) поддерживает 4 уровня контроля мощности. Один из них — режим глубокого сна DPD (Deep Power Down). В этом режиме микросхема потребляет ток не более 1 мкА. Выход из него может производиться при изменении сигнала на входе порта или по сигналу от внутреннего таймера, работающего от микромощного генератора с частотой 16 КГц. В спящем режиме сохраняется работоспособность внутреннего LDO стабилизатора для питания внешних устройств, например таких как внешняя Flash-память. Следующий — режим снижения потребляемой мощности Standby. Он характеризуется сохранением содержимого оперативной памяти и работоспособности часов реального времени. Ток, потребляемый микросхемой в этом режиме, составляет не более 10 мкА. Выход из него осуществляется при изменении сигнала на любой линии порта ввода или при возникновении сигнала прерывания, в том числе от часов реального времени (RTC) и схемы контроля питания (BOD).

### Память

Микросхема ISD9300 содержит до 16 Кбайт оперативной памяти и до 145 Кбайт Flash-памяти для хранения программ и данных пользователя. Четыре килобайта встроенной кэш-памяти служат для организации более бы-

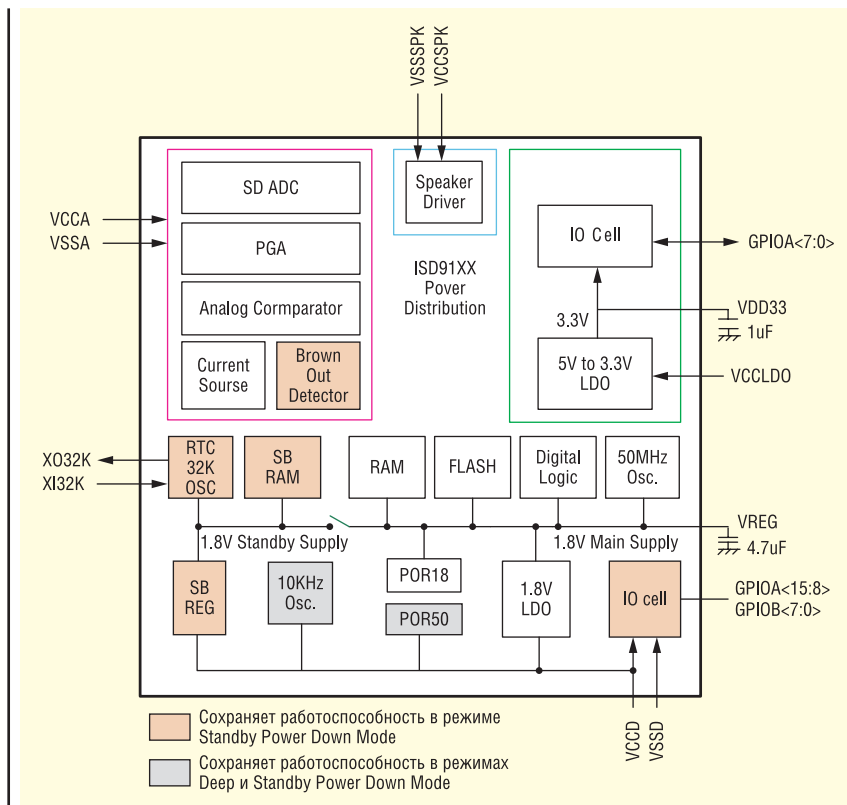


Рис. 2. Блок-схема организации подачи питания внутри микросхемы

строго доступа к памяти, они также могут использоваться для размещения BOOTLOADER-а пользователя. Можно запретить считывание содержимого Flash-памяти полностью или в пределах необходимого диапазона, разрешив доступ только к части Flash-памяти. ISD9300 поддерживает режим внутрисхемного и внутрисистемного программирования для обновления кода (минимальный размер стираемого блока 1 Кбайт). В режиме отладки обеспечивается две точки наблюдения и четыре точки останова.

### Управление тактовой частотой

Имеется два генератора тактовой частоты для различных приложений (не требуются внешних компонентов). Один из них — встроенный перестраиваемый генератор, работающий в диапазоне от 16 до 50 МГц. Он откалиброван на заводе-производителе с точностью до 1% и имеет опорные частоты 49.152, 36.824 и 32.768 МГц. Существует возможность синхронизации и автоматической подстройки встроенного генератора от опорной частоты низкочастотного кварцевого генератора или от внешнего источника опорной частоты.

В режиме работы с низкой потребляемой мощностью или в режиме сна

используется независимый генератор с частотой 16 КГц, обеспечивающий работу схемы выхода микросхемы из спящего режима и работу WDT таймера (Watch Dog Timer). Отдельно подключается кварцевый резонатор для обеспечения работы внутренних часов (RTC).

### Порты ввода-вывода (GPIO)

Поддерживают 4 режима работы: квазидвунаправленный режим, двухтактный выход, выход с открытым коллектором и вход с высоким входным сопротивлением. Имеется возможность избирательного подключения на вход триггера Шмидта. Каждый порт ввода-вывода может быть источником прерывания с программируемым уровнем приоритета. Избирательно подключаются подтягивающие резисторы.

### Аналого-цифровой преобразователь

АЦП (Audio Analog to Digital converter) построен по схеме Sigma Delta ADC с конфигурируемым цифровым фильтром и 16-битным выходом. Уровень соотношения сигнал/шум (SNR) составляет до 90 дБ. Встроенный усилитель обеспечивает программируемый уровень чувствительности от  $-12$  до 35.25 дБ (32 уровня с шагом 0.75 дБ). Управляемый усилитель с регулировкой

чувствительности с шагом 26 дБ с максимальным значением 61 дБ подключается к микрофонному входу или к аналоговым портам ввода. Имеется встроенный программируемый двухквadrанный фильтр с частотой дискретизации от 0 до 32 КГц. Микросхема содержит интерфейс для цифрового микрофона. Работа АЦП поддерживается контроллером DMA для передачи данных.

### Усилитель мощности

Микросхема ISD9300 содержит выходной усилитель мощности с высоким КПД (до 88%). Допускается прямое подключение громкоговорителя мощностью 1 Вт (8 Ом) к дифференциальному выходу усилителя мощности. Частота дискретизации усилителя выбирается в диапазоне от 8 до 32 КГц. Работа усилителя поддерживается контроллером DMA для передачи данных.

### Таймеры

Микросхема ISD9300 содержит два 24-битных системных таймера с 8-битными делителями с автозагрузкой.

### Сторожевой таймер

Режим использования WDT (Watch Dog Timer) устанавливается при конфигурации микроконтроллера. Сторожевой таймер могут тактировать 8 различными источниками. Период работы таймера устанавливается от микросекунд до нескольких секунд. При его срабатывании микросхема выводится из режима глубокого сна путем генерации сигнала прерывания или сигнала сброса.

### Часы реального времени

Часы реального времени RTC (Real Time Clock) отсчитывают секунды, минуты и часы. Они имеют встроенный календарь (день, месяц, год) и программируемый будильник (секунды, минуты, часы, день, месяц, год). Поддерживается 12- или 24-часовой режим работы и автоматический переход на летнее/зимнее время. Часы генерируют прерывание через заданный промежуток времени или по срабатыванию будильника, что обеспечивает выход микросхемы из спящего режима. Имеется возможность программной коррекции точности хода.

### ШИМ (PWM)

Микросхема содержит шесть 16-битных PWM генераторов, которые при необходимости могут конфигурироваться как три комплиментарных выходы. Все генераторы могут быть подключены к различным источникам тактирования с

8-битным делителем. Допускается программируемая «мертвая зона» в комплиментарном режиме выходов. Генерируется прерывание по окончании выходного сигнала.

Поддерживается режим 16-битного таймера захвата, синхронизированного с PWM выходом.

### UART

Универсальный последовательный интерфейс с аппаратной поддержкой контроля сигналов приема-передачи (TX, RX, CTS and RTS). Реализован 8-байтный буфер FIFO. Аппаратно поддерживаются режимы IrDA (SIR) и LIN. Программируемый генератор скорости обмена обеспечивает точность тактовой частоты до 1/16 от системной.

### SPI интерфейс

Тактовая частота SPI интерфейса составляет до 24 МГц. Есть возможность работы в 4-проводном режиме со скоростью обмена до 98 Mbps. Поддерживаются протоколы MICROWIRE и SPI в режиме Master/Slave, полнодуплексная синхронная передача данных, настраиваемая длина посылки данных от одного до четырех байт, MSB или LSB передача данных. Аппаратно реализованы две линии выбора подчиненных устройств в режиме Master. Подсчет контрольной суммы во время передачи данных посредством DMA производится автоматически.

### I<sup>2</sup>C интерфейс

I<sup>2</sup>C интерфейс поддерживает скорость обмена до 1 Мбит/с и режимы обмена Master, Slave и Multi-master bus. Выбор источника тактовой частоты производится программно. Поддерживаются различные методы адресации.

### Интерфейс с внешним аудиокодеком I<sup>2</sup>S

Интерфейс с внешним аудиокодеком I<sup>2</sup>S поддерживает режим ведущий/ведомый. Совместим со стандартными форматами 8-, 16-, 24- и 32-битных слов. Поддерживаются режимы моно/стерео, MSB- или LSB-передача данных. Для гарантированного приема и передачи данных реализован 8-байтный буфер FIFO. Интерфейс I<sup>2</sup>S генерирует прерывание по окончании приема и передачи данных. Обмен данными поддерживается контроллером DMA.

### Схема контроля питания

Схема контроля питания BOD (Brown-out detector) контролирует одно

из 16 значений: 2.3, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8, 3.0, 3.2, 3.3, 3.4, 3.6, 3.8, 3.9, 4.0, 4.1, 4.4, 4.8 вольт. Поддерживает динамическое переключение питания для снижения потребляемой мощности (см. рис. 2). Генерирует сигнал прерывания и сигнал сброса.

### Встроенный регулятор с низким падением напряжения

Встроенный регулятор напряжения с низким падением напряжения LDO (Built in Low Dropout Voltage Regulator) допускает ток нагрузки до 30 мА. Программируется на фиксированные выходные уровни напряжения значением 1.8, 2.4, 3.0 и 3.3 В. Восемь портов ввода-вывода подключены к регулятору напряжения для обеспечения непосредственного подключения к внешним компонентам, например SPI Flash с напряжением питания 1.8 или 3 В. Может быть отключен или подключен к основному источнику питания.

### Дополнительные возможности

Микросхема ISD9300 включает в себя схему контроля превышения температуры кристалла и генерирует прерывание при превышении рабочей температуры. Напряжение с датчика температуры может быть подключено на внутренний АЦП.

В настоящее время компания «Гамма» предлагает широкий ассортимент микроконтроллеров ARM Cortex™-M0 и Cortex™-M4, а также средства отладки и программаторы микроконтроллеров фирмы Nuvoton. Микросхемы записи-воспроизведения звука ISD9300 уже сейчас доступны со склада. На сайте [www.nuvoton.com](http://www.nuvoton.com) вы можете найти описание всего ряда выпускаемой продукции и сопутствующее программное обеспечение, например драйвера для средств разработки, библиотеки работы с периферийными модулями микроконтроллеров, а также примеры программ.

**Фирма «Гамма» является единственным официальным дистрибутором компании Nuvoton Technology в Украине. Наши специалисты всегда помогут вам сделать правильный выбор микроконтроллера и предоставят всю необходимую информацию и техническую поддержку:**

тел.: (056) 745-46-65,  
(066) 173-26-79, (096) 480-38-65,  
(0562) 36-09-41, (0562) 36-07-92,  
<http://www.microchip.ua> **CNY**