

# Микросхемы CML Microcircuits для кодирования речевых сигналов

Артем Козлов, ООО «БИС ЭЛЕКТРОНИК»

E-mail: artem\_kozlov@bis-el.kiev.ua

**В данной статье приведено описание небольшой части номенклатуры микросхем CML Microcircuits для работы с речевыми сигналами в современных средствах связи.**

## СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

Наиболее популярными на сегодня инструментами преобразования аудиосигнала в цифровых системах связи являются оцифровщики (преобразование формы сигнала) и вокодеры (частотный синтез).

Вокодеры (Voice CODER) изначально были разработаны в целях экономии частотных ресурсов радиолинии системы связи. Их работа основана на моделировании человеческой речи с учетом ее характерных параметров (количество переходов через ноль, спектральные характеристики и др.), вместо непосредственного измерения амплитуды сигнала. Затем по этим параметрам выбирается модель голосового тракта и синтезируется исходный сигнал.

Преобразование формы сигнала подразумевает его дискретизацию, т.е. оцифровку аналогового сигнала путем периодического измерения его амплитуды с последующим округлением полученного значения до числа из заранее заданного дискретного набора.

Для всех типов кодеков справедливо правило: чем меньше плотность цифрового потока, тем больше восстановленный сигнал отличается от оригинала. Однако восстановленный сигнал гибридных кодеков CML Microcircuits, несмотря на высокий уровень его сжатия при передаче, обладает улучшенными характеристиками (восстанавливается тембр речевого сигнала, его динамические характеристики), т.е. заметно повышается его «узнаваемость» и «распознаваемость».

## АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ОЦИФРОВКИ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

Самый распространенный сегодня метод оцифровки сигнала — это импульсно-кодовая модуляция (Pulse Code Modulation, PCM). Она широко используется для оцифровки, записи и передачи по цифровым каналам связи аналогового сигнала, включая речь, музыку, видео, данные телеметрии и др.

Тем не менее, существуют другие, более экономичные методы. За последние 30 лет был разработан целый ряд способов кодировки речи.

Одной из первых производных метода PCM стала адаптивная дельта-модуляция (Adaptive Delta Modulation, ADM). В ее основе лежит оцифровка речи по методу PCM, однако вместо кодирования каждого значения амплитуды восьмибитным словом, в ADM вычисляется разность между предполагаемым и фактическим значением, а получившееся число кодируется четырехбитным словом.

Другой экономичный метод кодирования формы речевого сигнала — дельта-модуляция с непрерывно меняющейся крутизной (Continuously Variable Slope Delta Modulation, CVSD). Изначально он применялся в военных целях, поскольку его использование упрощает шифрование аналогового сигнала. В CVSD каждое измеренное значение сравнивается с неким опорным сигналом. Если уровень речевого сигнала выше опорного, то это состояние кодируется как «1», если ниже — «0». В первых военных образцах оборудования сигнал оцифровывался 8000 раз в секунду, в результате получался поток данных интенсивностью 8 кбит/с, поскольку для кодировки каждого значения использовался один бит. Современные интегральные CVSD-кодеки поддерживают скорость кодирования до 128 кбит/с.

Обеспечить эффективное кодирование речевого сигнала способны микросхемы производства CML Microcircuits: FX619, MX629, CMX639, CMX649 и CMX7261 (см. табл. 1). Они представляют собой CVSD кодеки с расширенными возможностями и с богатой периферией на борту.

Микросхемы **FX619, MX629 и CMX639** выполняют функции полнодуплексного CVSD кодека. Они ос-

Таблица 1. Аппаратные CVSD кодеки CML Microcircuits

Наименование	Скорость передачи, кбит/сек	Методы кодирования	Особенности
FX619	8...64	CVSD	Полное соответствие Eurocom D1-IA8
MX629	8...64	CVSD	Полное соответствие Mil-Std-188-113
CMX639	8...64	CVSD	Для бюджетных цифровых средств связи
CMX649	16...128	ADM, CVSD, PCM	Выбор метода кодирования Для бюджетных цифровых средств связи
CMX7261	16 (CVSD), 64...128 (APCM)	ADM, CVSD, PCM	Выбор метода кодирования Поддержка кодеков G.711 и G.729A Перекодировка между форматами PCM, CVSD и G.729A

нащены аналоговыми фильтрами на входе кодера и на выходе декодера. Программируемая частота выборки может составлять 16, 32 или 64 кГц (при использовании внутреннего тактового генератора) или 8...64 кГц (при внешнем тактировании).

Для синхронизации внешних схем выводятся тактовые импульсы с частотой выборки. Для получения внутренних тактовых импульсов используется внешний кварцевый резонатор.

Кодер имеет вход блокировки для работы в мультиплексорных приложениях. В состоянии блокировки выход кодера имеет высокий импеданс. Режим принудительной паузы вызывает на выходе кодера код по шаблону 1010..., а на выходе декодера — напряжение  $VDD/2$ .

Схемы компандирования могут работать по 3- или 4-битному алгоритму в зависимости от состояния входа ALG.

Микросхемы также можно перевести в режим пониженного энергопотребления.

Изначально они созданы для применения в Eurocom (FX619) приложениях, а также в системах связи специального назначения (MX629). Более дешевая микросхема CMX639 нашла свое применение в DECT-приложениях.

Микросхема **CMX649** является многостандартным кодеком и способна обеспечить полнодуплексные функции кодирования речевого сигнала по методам PCM, ADM и CVSD (в зависимости от выбранного режима). Она оснащена программируемыми фильтрами на входе и выходе, микрофонным усилителем с АРУ, схемой определения голосовой активности (для перевода других устройств из спящего режима в активный), а также схемой выделения тактовой частоты. Данный чип обеспечивает скорость цифрового потока в пределах от 16 до 128 кбит/с. Подключается микросхема непосредственно к микрофону, динамику, управляющему микроконтроллеру и приемопередатчику ВЧ тракта. Основное ее применение — это недорогие портативные радиостанции.

Новинкой компании CML Microcircuits является многостандартный транскодер **CMX7261**, который способен преобразовывать речевой сигнал в формат CVSD, PCM (Linear, u-law, a-law), G.711 и G.729A (для аудиосигнала телефонного качества). Он декодирует цифровой сигнал форматов PCM, CVSD и G.729A обратно в аналоговый.

Кроме того, микросхема CMX7261 обеспечивает перекодирование между форматами PCM, CVSD и G.729A

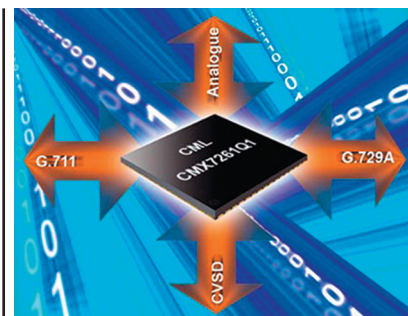


Рис. 1. Мультитранскодер CMX7261

(см. рис. 1). Например, с ее помощью можно закодировать аналоговый аудиосигнал в цифру формата G.711, затем эту цифру перекодировать в G.729A формат, ну а потом G.729A-сигнал можно декодировать обратно в аналоговый. Т.е. возможности этой микросхемы достаточно универсальные, чтобы реализовать, а затем и модернизировать целый ряд современных средств связи.

С помощью такого чипа достигается высокий уровень гибкости работы систем передачи голосовых сигналов без ущерба для производительности. Такой мультитранскодер идеально подходит для программно-управляемых радиостанций, VoIP-аппаратуры, беспроводных защищенных мини-АТС, устройств защиты голосовой связи и др.

### RALCWI-ВОКОДЕРЫ

Вокодеры были разработаны еще в 1930-х гг. в целях экономии частотных ресурсов радиолинии при передаче речевых сообщений. Экономия достигается за счет того, что вместо собственно речевого сигнала передают только значения его определенных параметров, которые на приемной стороне управляют синтезатором речи. Основу синтезатора речи составляют три элемента: генератор тонального сигнала для формирования гласных звуков, генератор шума для формирования согласных и система формантных фильтров для воссоздания индивидуальных особенностей голоса. После всех преобразований голос человека становится похожим на голос робота, что вполне терпимо для средств связи.

Одна из популярных на сегодня технологий кодирования речи, RALCWI (Robust Advanced Low Complexity Waveform Interpolation), является продуктом совместной работы компаний Spirit DSP и CML Microcircuits.

Благодаря разработке специалистами этих компаний уникальных методов

разложения сигналов и кодирования параметров, технология RALCWI обеспечивает высокое качество воспроизведения голоса при высокой степени его сжатия. В первую очередь это важно для зашумленных узкополосных радиоканалов.

По оценкам независимых экспертов качество передачи речи RALCWI-вокодерами (2400 бит/с) выше, чем у стандартных вокодеров, работающих на скорости 4000 бит/с. Данная технология обеспечивает лучшее соотношение цена/качество на рынках цифровой радиосвязи!

RALCWI-устройства идеально подходят для приложений, требующих недорогих цифровых решений со сравнительно высоким качеством передачи речи. В первую очередь, это оборудование для быстрорастущего рынка цифровых подвижных радиостанций dPMR/LMR (digital Privat Mobile Radio). Также это узкополосная (6.25 кГц) FDMA-технология, которая дает возможность создавать перегорные устройства повышенной функциональности несложным и недорогим способом.

Ряд RALCWI кодеков компании CML Microcircuits (см. табл. 2) состоит из трех чипов: **CMX608**, **CMX618** и **CMX638**. Первые две микросхемы работают в режиме поочередной двусторонней связи (полудуплексной), а последняя (CMX638) — в режиме одновременной двусторонней связи.

Они передают цифровой поток на скоростях 2050, 2400 или 2570 бит/с (по выбору хост-контроллера), а в режиме с прямой коррекцией ошибок (FEC) — со скоростью 3600 бит/с (2400 + 1200 FEC). Помимо выполнения своих базовых функций, эти микросхемы оснащены:

- детектором пауз (Voice Activity Detector);
- генератором шума в паузах (Comfort Noise Generator);
- генератором тонов SND (single) и DTMF (dual);
- блоком мягкого декодирования (Soft Decision Decoding);
- блоком прерывистой передачи (Discontinuous Transmission detection).

CMX618 дополнительно оснащен блоком аудиокодека (CODEC), который вместе со встроенными канальными фильтрами обеспечивает полный цикл преобразования аналогового голосового сигнала в низкоуровневый кодированный сигнал на выходе вокодера. Микросхеме CMX608 для полноценной работы дополнительно требуется внешний аудиокодек.

Таблица 2. RALCWI вокодеры CML Microcircuits и новые процессоры с вокодерами на борту		
Микросхема	Описание	Скорость передачи, бит/с
CMX608	Полудуплексный RALCWI вокодер	2050
		2400
		2750
		3600 с FEC
CMX618	Полудуплексный RALCWI вокодер с аудиокодеком	2050
		2400
		2750
		3600 с FEC
CMX638	Дуплексный RALCWI вокодер с аудиокодеком	2050
		2400
		2750
		3600 с FEC
CMX8341	Двухрежимный PMR радиопроцессор с RALCWI вокодером, FirmASIC	3600 с FEC
CMX7011	Процессор для цифровой передачи речи с RALCWI вокодером, FirmASIC	2400

Полдуплексный RALCWI вокодер CMX638 полностью оснащен всеми перечисленными выше функциями, включая блок аудиокодека.

Данные микросхемы применяются в следующих приложениях:

- транкинговая связь;
- цифровые радиостанции TDMA и FDMA;
- цифровое скремблирование и шифрование голосовой связи;
- беспроводный абонентский доступ (digital WLL);
- системы хранения и воспроизведения голосовых сообщений (автоответчики, оповещатели);
- системы передачи сообщений;
- VoIP телефония;
- голосовые пейджеры;
- цифровые регенеративные повторители голосового сигнала.

## НОВИНКИ CML MICROCIRCUITS СО ВСТРОЕННЫМИ ВОКОДЕРАМИ

Год назад компания CML Microcircuits презентовала свой новый радиопроцессор **CMX8341** (см. рис. 2). По своей сути, это «система-на-чипе», которая создана для реализации недорогих приемопередатчиков с одновременной поддержкой цифровой и аналоговой PMR-технологии. Кроме всего прочего она обеспечивает функции кодирования речи.

Данная микросхема состоит из двух основных частей — аналоговой и цифровой.

Цифровая часть CMX8341 поддерживает полудуплексный dPMR-режим работы. В ее состав входят 4FSK-модем, RALCWI-вокодер, практически полный

dPMR-радиоинтерфейс, физический и канальный уровни, а также уровень управления.

В аналоговой части CMX8341 обеспечена поддержка передачи аудио во всем диапазоне звуковых частот. Эта часть оснащена канальными фильтрами с полосой 12.5/25 кГц, DCS- и CTCSS-сигнализированием с подтональной фильтрацией.

Кроме того, данный радиопроцессор оснащен микрофонным и селекторным входами, программируемым GPIO-интерфейсом, двумя выходами для системных часов, аудиовыходом с регуляцией громкости и др. Для него характерно очень низкое энергопотребление, позволяющее продлить срок службы используемых в переносных устройствах элементов питания.

Микросхема CMX8341 создана по технологии FirmASIC, а это значит, что ее функции можно легко сконфигурировать благодаря готовым загрузочным файлам Function Image (доступны для скачивания на сайте CML Microcircuits: [www.cmlmicro.com](http://www.cmlmicro.com)).

Function Image файл загружается в процессор во время его инициализации через C-BUS-интерфейс с помощью хост-контроллера или внешней EEPROM-памяти. Потом этот файл можно обновлять и тем самым расширять функциональные возможности всего устройства. В итоге на базе микросхемы CMX8341 создаются недорогие и многофункциональные переговорные устройства подвижной радиосвязи популярного сегодня в Европе стандарта PMR.

Последней на сегодня новинкой компании CML Microcircuits является цифровой процессор для обработки речевого сигнала — **CMX7011** (см. рис. 3). Новая



Рис. 2. Радиопроцессор CMX8341



Рис. 3. Цифровой процессор CMX7011 для обработки речи

микросхема создана для шифрования речи в беспроводных системах доступа и в устройствах аналоговой подвижной радиосвязи (PMR).

Данный процессор, как и CMX8341, построен по технологии FirmASIC, которая обеспечивает высокую гибкость работы всей системы с существенным ускорением ее разработки и вывода на рынок.

CMX7011 устанавливается непосредственно в аудиторный радиостанции с помощью выводов аудиовход/аудиовыход. Микросхема имеет на борту надежный аудио-модем и RALCWI вокодер, не требующий лицензии. В итоге обеспечивается шифрование речевого сигнала с высокой степенью безопасности для таких приложений, как беспроводные системы доступа и пропускные системы, реализация цифрового сигнала в аналоговых PMR радиостанциях, внедрение шифрования речи в уже существующих радиостанциях.

**За детальной технической информацией, а также по вопросам поставок продукции компании CML Microcircuits, регистрации новых проектов и заказа образцов обращайтесь к официальному дистрибьютору в Украине — компании «БИС ЭЛЕКТРОНИК»:**

тел./ факс.: (044) 490-35-99,  
http://: [www.bis-el.com](http://www.bis-el.com)

СНУ