

## ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ компания AudioCodes

Ю.Крылов  
М.Симонова

В наш динамичный век все более важную роль играет эффективность речевых коммуникаций. Свой вклад в этот процесс вносит современная технология высококачественной VoIP-связи. В статье описаны возможности применения технологии VoIPerfectHD (HD VoIP) компании AudioCodes на примере семейства процессоров AC49x и AC50x.

### ТЕХНОЛОГИЯ VoIPerfectHD

Технология HD VoIP (High Definition VoIP, высококачественная IP-телефония) обеспечивает более точную передачу голоса. Это достигается за счет более широкой полосы пропускания в сравнении со стандартной для телефонии общего пользования полосой 300–3400 Гц. Применение широкополосных кодеков в оборудовании HD VoIP дает возможность использовать диапазон 50–7000 Гц, что практически совпадает с диапазоном человеческого голоса 100–8000 Гц. В результате у собеседников возникает ощущение присутствия, что повышает эффективность коммуникаций. Речь с акцентом или на иностранном языке, голос ребенка, в спектре которого много высоких частот, речь собеседника в зашумленном месте – все это вызывает трудности в понимании. И справиться с ними поможет расширение полосы передачи.

Отметим, что расширение полосы пропускания – не единственный фактор улучшения качества речи, применяемый в технологии HD VoIP. Чтобы извлечь все преимущества технологии HD VoIP, она должна быть интегрирована непосредственно в оконечные устройства. В обычной телефонной трубке микрофон и динамик не рассчитаны на широкую полосу пропускания, соответственно, все преимущества технологии HD VoIP могут быть утеряны. Конечно, такие возможности HD VoIP, как компрессия речевых пауз или компенсация джиттера и в этом случае сыграют свою роль.

Одним из решений проблемы передачи высококачественной передачи речи является применение процессоров фирмы AudioCodes с поддержкой архитектуры VoIPerfectHD. Архитектура VoIPerfectHD (рис.1) реализована на ядре MIPS32 24KE/34K семейства процессоров AC49x и AC50x. Она включает следующие кодеки:

- G.722.2 WB-AMR (WideBand-Adaptive Multi Rate, широкополосный, с адаптивной скоростью). Скорость передачи данных 6–24 кбит/с с возможностью оперативно изменять степень сжатия при изменении пропускной способности сети.
  - G.726. Скорость передачи данных 16, 24, 32, 40 кбит/с.
  - G.711. Скорость передачи данных 64 кбит/с.
  - G.723.1. Скорость передачи данных 5,3 и 6,3 кбит/с.
  - G.729A/B. Скорость передачи данных 8 кбит/с.
- Кодеки G.723.1 и G.729A/B хотя и не являются широкополосными, но поддерживают компрессию речевых пауз. Она состоит из алгоритма детектирования речевого сигнала (VAD, Voice Activity Detection) и связанного

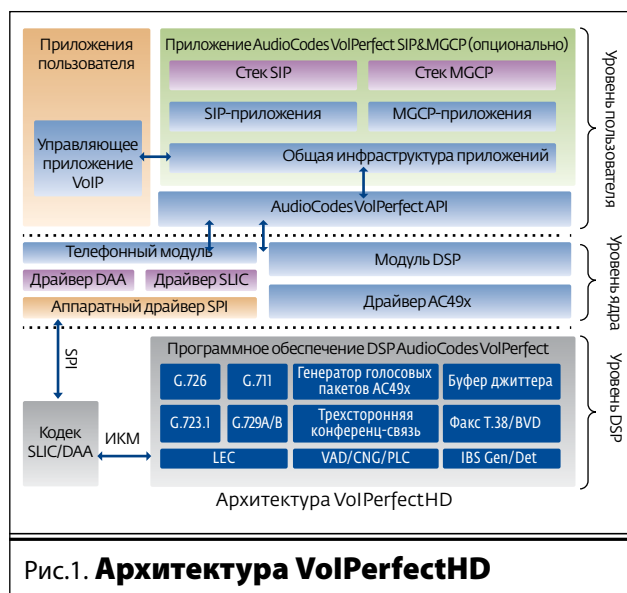


Рис.1. Архитектура VoIPerfectHD

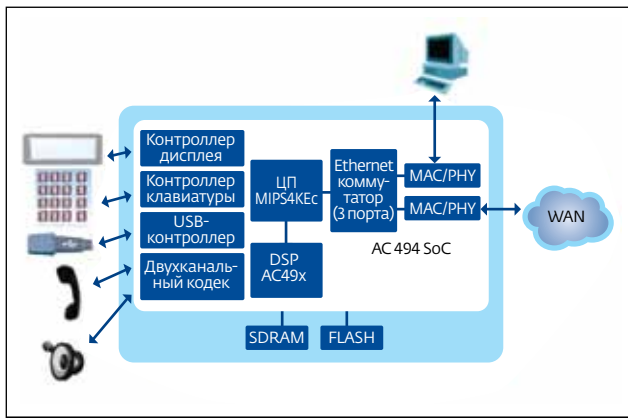


Рис.2. IP-телефон на процессоре AC494

с ним алгоритма генерации комфортного шума (CNG, Comfort Noise Generation). CNG позволяет вводить искусственный шум во время речевых пауз, причем в зависимости от фонового шума в момент речи. Речевая пауза не передается от говорящего к слушателю, а генерируется на стороне приемника CNG. Тем самым экономится полоса пропускания канала. В живой речи всегда есть фоновый шум и его полное удаление напрягает слух и снижает разборчивость речи собеседника.

Также архитектура VoIPerfectHD включает механизм восстановления потерянных пакетов (PLC, Packet Loss Concealment), адаптивный буфер джиттера (Adaptive Jitter Buffer) размером до 300 мс с возможностью перестановки пакетов, систему эхокомпенсации на 32 мс (в соответствии с рекомендацией ITU-T G.168–2004), пакетизацию RTP/RTCP (Real-time Transport Protocol/Real-Time Transport Control Protocol, RFC 3550, 3551), сигнализацию VoIP SIP (Session Initiation Protocol, RFC 3261, 3262, 3264, 2327, 2976), сигнализацию VoIP MGCP (Media Gateway Control Protocol, RFC 2705, 3435, 2327), аналоговые интерфейсы FXS/FXO, трехстороннюю конференц-связь (до четырех сеансов одновременно на устройстве), прием факсов в соответствии с требованиями T.38 G3.

Являясь одной из базовых технологий компании AudioCodes, VoIPerfectHD помогает решать широкий спектр задач HD VoIP – от разработки простого IP-те-

лефона с двумя VoIP-портами до IP-УАТС и шлюзов уровня предприятия с сотнями портов.

Рассмотрим кратко варианты реализации технологии VoIPerfectHD в линейке процессоров AudioCodes. Сразу отметим, что во всех вариантах прилагается комплект разработчика под ОС Linux (Kernel 2.6) с примерами прикладных программ в исходных кодах.

### ПРОЦЕССОРЫ AudioCodes

**Процессор AC494** предназначен для реализации решений уровня простого IP-телефона (рис.2). Он содержит два процессорных ядра – центральный процессор (ЦП) MIPS32 4KEC с тактовой частотой 165 МГц и ядро цифровой обработки сигналов (DSP) AC49x с тактовой частотой 125 МГц. Процессор поддерживает два порта VoIP, два интерфейса 10/100 Base-T Ethernet (физический и MAC-уровня), трехпортовый коммутатор Fast Ethernet, порт USB 1.1 (Host/Device), ЖК-дисплей (алфавитно-цифровой, растровый, графический), клавиатурный порт 8×8, контроллер последовательных интерфейсов (SPI, I<sup>2</sup>C), интерфейсы памяти (два банка SDRAM до 128 Мбайт, флеш-память – до 32 Мбайт), пять портов АЦП и четыре – ЦАП. Телефонный интерфейс поддерживает встроенный двухканальный 16-разрядный кодек с частотой выборки 8 и 16 кГц, предусмотрен и последовательный ИКМ-порт (2048 МГц) с поддержкой А/μ-законов компрессии.

Напряжение питания всего процессора – 3,3 В, ядра со встроенным регулятором напряжения – 1,5 В, мощность потребления – до 1,88 Вт. Процессор допускает эксплуатацию при температурах от 0 до 70°C и выполнен в корпусе BGA с 324 выводами (23×23 мм).

**Процессоры AC495 и AC497** выпускаются как бюджетные аналоги AC494. В AC495 нет USB-порта, в AC497 – по одному порту VoIP и 10/100 Base-T вместо двух у AC494. Кроме того, процессоры AC495 и AC497 менее производительны, чем AC494 (ЦП на 125 МГц вместо 165 МГц и DSP на 100 МГц вместо 125 МГц).

**Процессоры AC494E/AC495E Orchid** предназначены для построения как IP-телефонов, так и шлюзов VoIP и IP-УАТС. Рассмотрим подробнее их архитектуру (рис.3 и 4). В отличие от AC494 в процессоре AC494E есть коммутатор Gigabit Ethernet и четыре порта FXS/FXO/BRI. Реализованы также два трансивера Fast Ethernet и MAC-контроллер Ethernet, что в совокупности предоставляет разработчикам гибкие

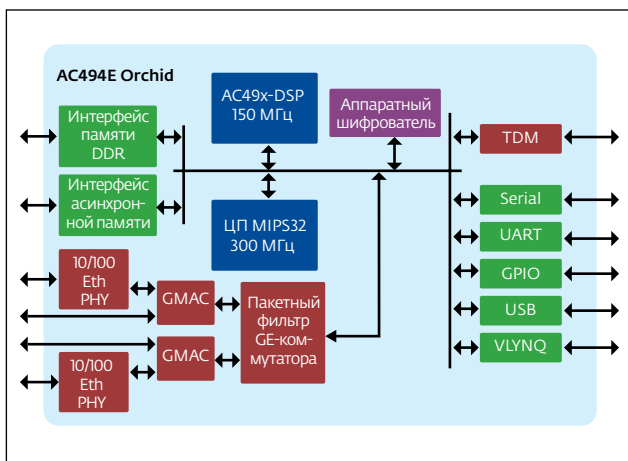


Рис.3. Архитектура процессора AC494E Orchid

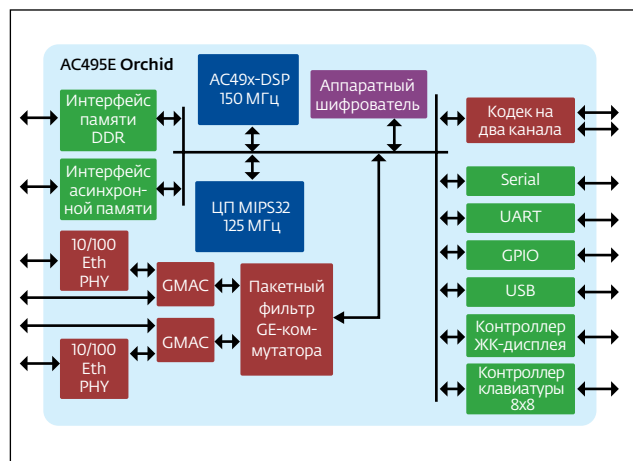
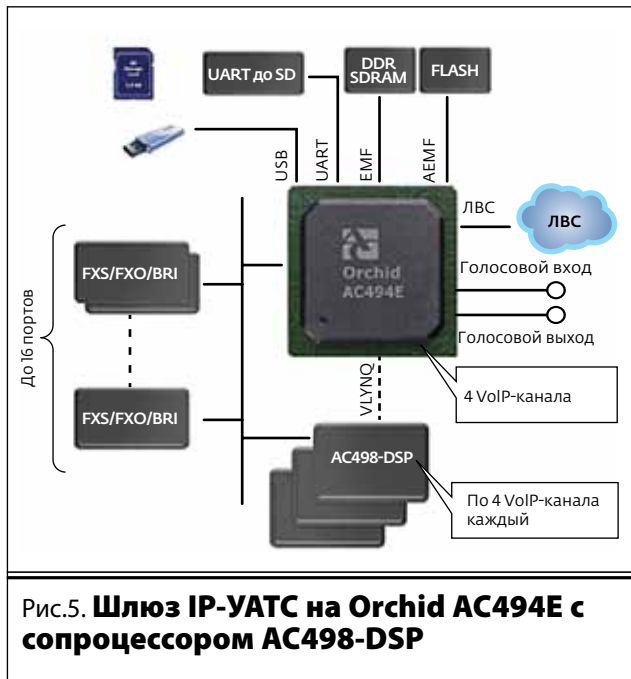


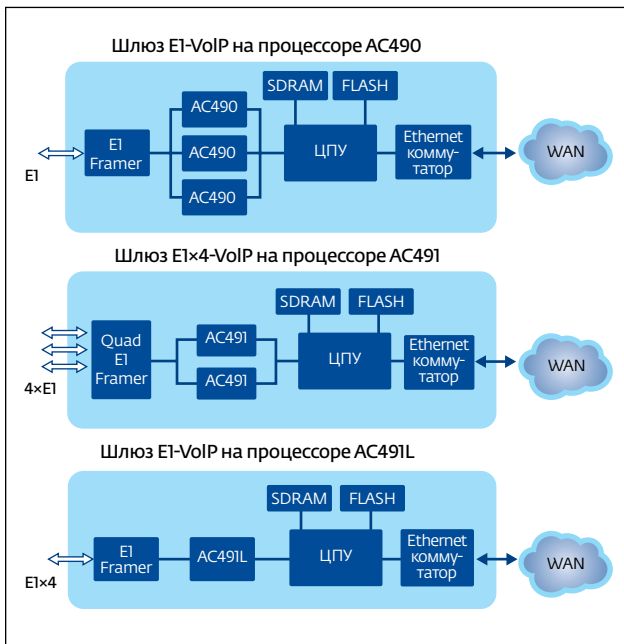
Рис.4. Архитектура процессора AC495E Orchid



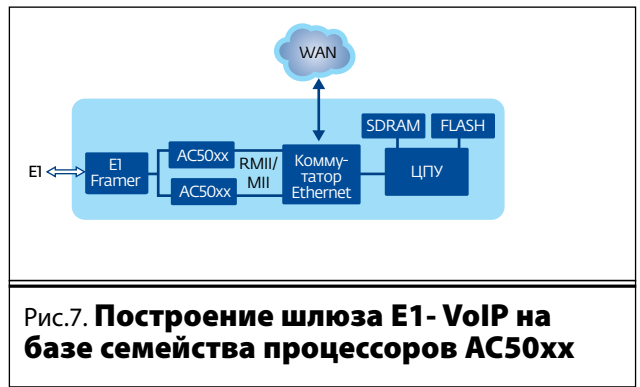
**Рис.5. Шлюз IP-UATC на Orchid AC494E с сопроцессором AC498-DSP**

возможности подключения к персональному компьютеру или к локальной сети.

Помимо интерфейса USB процессор AC494E поддерживает карты памяти SD. AC494E более производительнее, чем AC494 (ЦП на 300 МГц на MIPS32 24КЕс вместо 165 МГц на MIPS32 4КЕс и DSP на 150 МГц вместо 125 МГц). В процессоре AC494E аппаратно реализован модуль криптозащиты, поддерживающий алгоритмы шифрования AES, DES, 3DES, алгоритмы аутентификации SHA1, MD5, генераторы публичных ключей и случайных чисел, статический пакетный фильтр для защиты от DoS-атак. По высокоскоростному последовательному интерфейсу VLYNQ к процессору AC494E можно подключить до трех внешних 150 МГц сопроцессоров AC498-DSP (с поддержкой четырех каналов VoIP на каждый



**Рис.6. Варианты шлюза E1-VoIP на базе семейства процессоров AC49xx**



**Рис.7. Построение шлюза E1-VoIP на базе семейства процессоров AC50xx**

AC498-DSP), доведя таким образом общее число каналов до 16 (рис.5). Напомним, VLYNQ – дуплексный последовательный интерфейс фирмы Texas Instruments, предназначенный для высокоскоростного обмена между несколькими ЦП и/или DSP.

В процессоре AC495E менее производительный ЦП (125-МГц MIPS32 24КЕс вместо 300-МГц MIPS32 24КЕс у AC494E). Кроме того, AC495E поддерживает беспроводный интерфейс Bluetooth, не поддерживает SD-карты и VLYNQ. Вместо ИКМ-интерфейса в нем реализован двухканальный голосовой кодек.

**Процессор AC496** предназначен для аналоговой телефонии, окончного оборудования пользователя, VoIP-шлюзов. В отличие от AC494 процессор AC496 поддерживает четыре порта FXS/FXO. На основе AC496 компания AudioCodes производит два модуля в мезонинном исполнении – AC496 Tulip (два порта FXS/FXO) и AC496 Tulip2 (четыре порта FXS/FXO). Так же как и AC494E, процессор AC496 позволяет подключить до трех внешних сопроцессоров AC498-DSP (150 МГц) и довести общее число VoIP-каналов до 16.

**Процессоры AC490xx, AC491xx / AC491Lxx, AC50xx** служат для построения шлюзов VoIP или IP-UATC для малого и среднего бизнеса (рис.6). Помимо широкой гаммы речевых кодеков они поддерживают факсимильный протокол T.38 G3, автоматическое распознавание и коммутацию голос/факс/данные, в них реализован модем вплоть до скоростей V.92, поддерживается эхокомпенсация на 128 мс согласно G.168–2004. Процессоры семейства различаются числом одновременно поддерживаемых речевых каналов (соответствует последним двум цифрам в наименовании процессора). Так, процессор AC49008 реализует восемь кодированных (сжатых) каналов, AC49012 – 12 сжатых каналов, AC491L30 – 32 сжатых канала, AC491096 – 96 сжатых каналов, в AC491192 – 192 несжатых канала.

Процессоры AC50xx – это VoIP-сoproцессоры, поддерживающие от восьми до 30 VoIP-каналов. В них реализованы RMI/MI- и NPI-интерфейсы (рис.7), что позволяет непосредственно подключать их к Ethernet-коммутатору, высвобождая основной процессор для других задач.

\*\*\*

Таким образом, процессоры компании AudioCodes, основанные на архитектуре VoIPerfectHD, позволяют создавать широкий спектр устройств HD VoIP. Комплект разработчика, единая архитектура и большой выбор вариантов исполнения процессоров минимизируют расходы и время разработки. Искренне надеемся, что технология VoIPerfectHD фирмы AudioCodes поможет вывести речевые коммуникации на качественно новый уровень. ■