

# СЕТИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: РЕШЕНИЯ TEXAS INSTRUMENTS



Мир вокруг нас постоянно меняется, и зачастую эти изменения трудно предвидеть.

Электронную почту и Интернет начинали осваивать всего 10 лет назад. Затем пришло время мобильной телефонной связи. Сегодня мы находимся на пороге новой эры коммуникационных технологий. Речь идет о сетях нового поколения, которые должны предоставить пользователям широкий набор речевых и мультимедиа сервисов. Недавно компания Texas Instruments (TI) предложила свое видение перспектив развития таких сетей и новые решения для их реализации.

Сегодня происходят масштабные изменения в телекоммуникациях. Операторы телекоммуникационных услуг во всем мире перестраивают свои сети, стараясь создать инфраструктуру связи, которая способна в короткие сроки реализовать сервисы следующего поколения. Результатом такой конверсии должна стать, в терминах компании TI, новая всемирная сеть (new world network). В этой сети пользователи получают возможность доступа к широкополосным сервисам голосовой связи и передачи данных в любой точке охвата сети и с любого устройства – стационарного или мобильного, – через которое они подключены к сети.

Такая перспектива кажется отдаленной. Однако уже сейчас мы наблюдаем глобальные тенденции в сфере телекоммуникаций, способные сделать эту перспективу реальностью [1]:

- рост во всем мире числа пользователей мобильной связи до 3–4 миллиардов в ближайшие годы;
- распространение широкополосной мобильной связи;
- переход на IP-технологии во всех видах сетей;
- конвергенция фиксированной и мобильной связи.

Н.Елисеев, к.т.н.

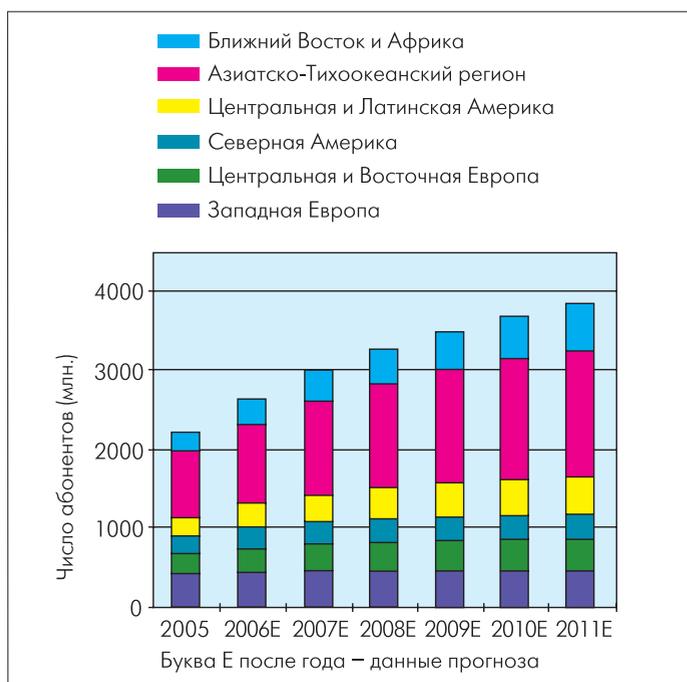
## РОСТ ЧИСЛА АБОНЕНТОВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Мобильная связь развивается вот уже два десятилетия. Результаты этого развития впечатляют: около 2,5 миллиардов абонентов по всему миру. Кажется невероятным, что в мире с населением 6 миллиардов человек около 60% людей будут использовать мобильную связь. Но именно такие цифры прогнозируют аналитики компании Strategy Analytics на ближайшие пять лет [1] (рис.1). В то время как рынки связи промышленно развитых стран близки к насыщению, остается много государств в Юго-Восточной Азии, Восточной Европе, Латинской Америке и Африке, где любые телекоммуникации являются новым продуктом. Для них мобильная связь – оптимальный вариант предоставления стабильных телекоммуникационных сервисов, которые легко разместить и поддерживать.

Если в прошлом мобильная связь была слишком дорогой для развивающихся стран, то с резким ростом числа абонентов затраты на ее развертывание существенно снизились. Этому способствовали достижения в области полупроводниковых технологий, которые позволили снизить стоимость и повысить производительность процессоров, используемых для обработки сигналов в базовых станциях и мобильных телефонах. Значительную роль здесь сыграли аппаратно-программные решения, разработанные компанией TI – одним из ведущих производителей элементной базы для телекоммуникаций.

## ШИРОКОПОЛОСНАЯ МОБИЛЬНАЯ СВЯЗЬ

Мобильные технологии третьего поколения (3G), такие как широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов (Wideband Code Division Multiple Access – W-CDMA), стали, наконец, доступны миллионам пользователей в разных частях света. NTT DoCoMo, крупнейший японский оператор беспроводной связи, заявляет о 99%-ном охвате своих сетей технологией W-CDMA и о том, что к концу 2006 года количество ее пользователей составило 32 млн. человек. Операторы в Западной Европе говорят о 50 млн. абонентов, причем такие страны, как Италия (проникновение W-CDMA – 21,3%), Португалия (18,7%) и Соединенное



**Рис. 1. Количество абонентов мобильной связи**

Королевство (12,7%) активно переходят от 2G- к 3G-технологиям. Оператор Cingular Wireless в США имеет одну из наиболее быстро растущих баз пользователей W-CDMA. Только за четвертый квартал 2006 года число его абонентов увеличилось почти на 500 тысяч [1].

Наличие высокоскоростного широкополосного доступа у пользователей мобильной связи дает операторам широкие возможности для развития новых сервисов и роста средне-месячных доходов на абонента.

### ПЕРЕХОД НА IP-ТЕХНОЛОГИИ

В последние несколько лет операторы сетей связи стали активно переходить от схем с коммутацией каналов к схемам с коммутацией пакетов на основе IP-протоколов [1]. Это позволит сократить расходы на эксплуатацию сетей и создать технологическую основу для дополнительных услуг.

Компания British Telecom (BT) в 2004 году приняла решение в течение 5 лет перевести свои сети на IP-технологии. Бюджет проекта – 35 млрд. долл. Большинство операторов всего мира следуют ее примеру.

Одним из первых применений IP-технологий стало развитие интернет-телефонии (voice-over-IP – VoIP). TI предлагает аппаратное и программное обеспечение (ПО) для VoIP-сервисов, которое обеспечивает высокое качество и надежность голосовой связи. Так, ПО Telogy для поддержки голосовых приложений используется на 80% оборудования индустрии VoIP [1]. TI также разработала программную технологию PIQUA [2,3], позволяющую операторам IP-сетей эффективно контролировать качество передачи голоса и производить мониторинг сетевого оборудования.

Передача голоса – не единственное применение IP-сетей.

По мере того как пользователи привыкают к высокоскоростной передаче данных, все активнее развивается доставка по сети видеоприложений. И здесь можно задействовать разработанную TI технологию цифровой обработки видео DaVinci [3,4].

### КОНВЕРГЕНЦИЯ ФИКСИРОВАННОЙ И МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Исторически телефонные, кабельные и мобильные сети управлялись разными операторами, и каждый предоставлял свой ограниченный набор услуг. Сейчас ситуация начинает меняться. Операторы традиционных стационарных сетей дают возможность смотреть телепередачи по многим каналам через протокол IPTV. Операторы кабельных сетей обеспечивают телефонную связь посредством VoIP. А операторы мобильной связи начинают предлагать высокоскоростную передачу данных и телетрансляцию. Все они стараются расширить спектр коммуникационных услуг для своих абонентов. Яркий тому пример – новая AT&T, обеспечивающая междугородную и местную телефонную связь, широкополосный доступ и беспроводную (через владение Cingular Wireless) связь.

Также операторы фиксированной связи, например BT, собираются участвовать в аукционах на получение лицензии на оказание услуг радиосвязи для развертывания беспроводных сетей нового поколения [1].

Операторы понимают: для того чтобы выиграть борьбу за абонента, им необходимо предоставить ему широкий набор сервисов, а не только телефонную связь или Интернет. Современные сети на основе IP-технологий дают такую возможность. Проект партнерства для создания сетей 3G (Third Generation Partnership Project – 3GPP), ответственный за разработку спецификаций систем связи 3G, предложил свое видение реализации IP-технологий в мобильных сетях для услуг голосовой связи и передачи данных. Его концепцию архитектуры подсистем IP-мультимедиа (IP Multimedia Subsystem – IMS) операторы фиксированной и мобильной связи рассматривают как стандарт для распределения, размещения и доставки пользователям мультимедийных сервисов.

С точки зрения потребителя, перспективы реализации IMS и конвергенции фиксированной и мобильной связи выглядят весьма заманчиво. У пользователя будет один телефонный номер, независимо от его местонахождения и аппарата, и один и тот же набор услуг, доступный и через стационарные телефонные линии, и по кабелю, и через беспроводную сеть. При этом качество и надежность услуг должны отвечать самым высоким требованиям. Такая цель потребует от операторов значительных усилий и финансовых вложений.

Компания TI не пожалела сил, чтобы приблизить такое будущее. На сегодняшний день TI – крупнейший поставщик

программно-аппаратных решений для систем телекоммуникаций. Недавно TI представила два новых продукта, которые уже сейчас можно использовать для перехода к сетям нового поколения. Это многоядерные сигнальные процессоры TMS320TCI6488 и TNETV3020. Посмотрим, что они собой представляют.

### ПРОЦЕССОР TMS320TCI6488

TMS320TCI6488 – это телекоммуникационный процессор (baseband processor) для станций W-CDMA [5]. Он основан на известной DSP-платформе TMS320 C64x+. Это высокоинтегрированное решение, выполненное по технологии «система-на-кристалле» (System-on-Chip – SoC). На одном чипе реализованы все функции, которые необходимы для обработки сигналов на базовой станции, включая ряд интерфейсов внешних устройств. Соответственно, не нужны дополнительные устройства на основе ASIC и FPGA.

Процессор имеет три независимых DSP-подсистемы (рис.2). Основой каждой из них является DSP-ядро C64x+, работающее на частоте 1 ГГц. Для гибкости конфигурирования 3 Мб SRAM кэш-памяти уровня L2 могут распределяться между DSP-ядрами по-разному, например 1/1/1 Мб или 1,5/1/0,5 Мб. Процессор TMS320TCI6488 содержит несколько сопроцессоров для поддержки беспроводных приложений:

- сопроцессор дешифратора Витерби (VCP2);
- сопроцессор турбодешифратора (TCP2);
- сопроцессор-акселератор приемника (Receiver accelerator coprocessor – RAC).

Подсистема RAC (рис.3) задействуется в приемной части базовой станции. Она отвечает за обработку в реальном времени принятых антенной последовательностей элементарных сигналов (чипов). RAC содержит два аппаратных коррелятора, которые обрабатывают UMTS-сигналы.

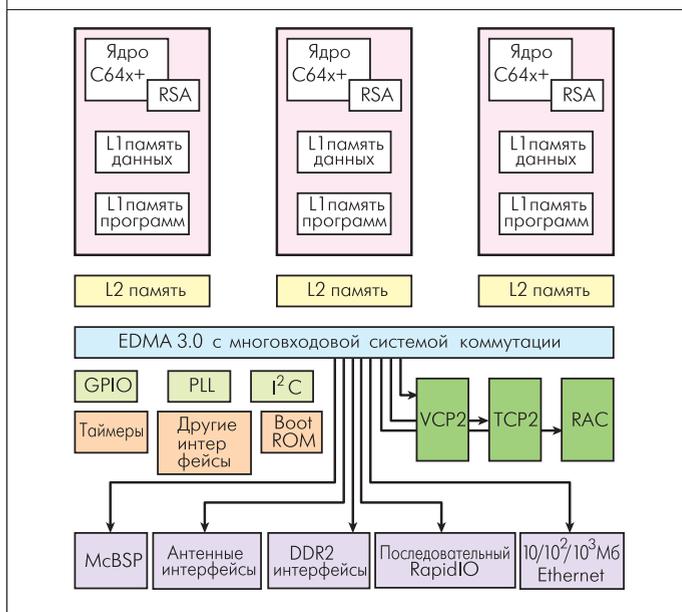
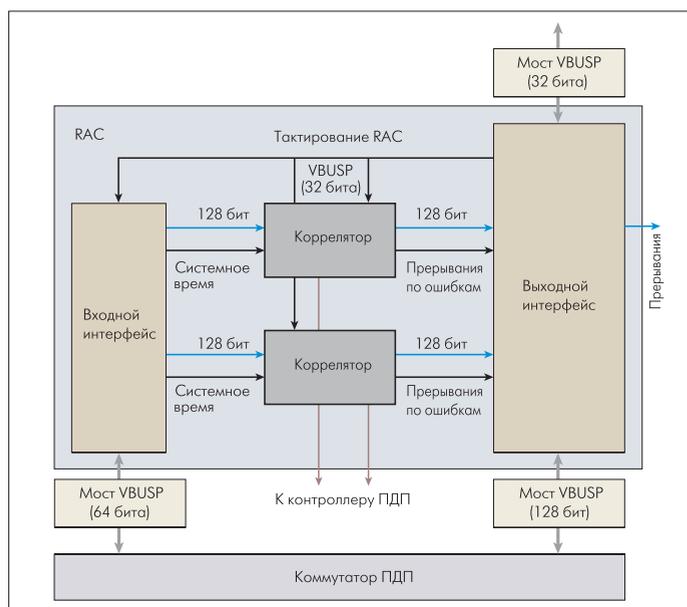


Рис.2. Блок-схема процессора TCI6488



**Рис.3. Блок-схема подсистемы RAC**

При передаче данных за обработку элементарных последовательностей отвечает подсистема DSP и ее расширения для RSA-шифрования. DSP-ядра генерируют OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor) и PN (Pseudo Noise) коды и посылают их в блоки RSA-шифрования. Сюда же поступают передаваемые данные. В блоке RSA поток данных перемежается и расширяется с использованием сгенерированных кодов.

Взаимодействием между сопроцессорами, DSP-ядрами, памятью и периферийными устройствами управляет контроллер EDMA 3.0 с многоходовой системой коммутации.

Для обмена данными с периферией в TCl6488 служат антенные и сетевые интерфейсы, различные типы последовательных портов, интерфейсы внешней памяти.

Антенные интерфейсы – это шесть конфигурируемых дуплексных каналов для связи с антеннами. На сегодняшний день в базовых станциях сотовой связи используются два основных вида антенных интерфейсов. Первый – OBSAI (Open Base Station Architecture Initiative) [6], разработанный компаниями Hyundai Syscomm, LG Electronics, Nokia, Samsung Electronics и ZTE Corporation. Второй – CPRI (Common Protocol Radio Interface) [7], предложенный группой компаний Ericsson AB, Huawei Technologies Co., Ltd, NEC Corporation, Nortel Networks SA и Siemens AG. Процессор TCl6488 поддерживает оба вида интерфейсов. Скорости передачи данных по ним могут составлять 614,4 Мбит/с, 1,2288 Гбит/с, 2,4576 Гбит/с для OBSAI и 768 Мбит/с, 1,536 Гбит/с, 3,072 Гбит/с – для CPRI.

Для быстрого обмена данными с внешней памятью в процессор встроены интерфейсы DDR2-400 и DDR2-667.

Взаимодействие TCl6488 с внешними устройствами возможно по нескольким интерфейсам. Один из них – многоканальный буферизированный последовательный порт (Multichannel Buffered Serial Port – McBSP). В процессор

включены два таких порта, каждый из них способен передавать данные со скоростью 100 Мбит/с. Есть также интерфейс I<sup>2</sup>C (скорость передачи – 400 Кбит/с).

Еще один интерфейс – Serial RapidIO (SRIO) – реализован в виде двух 1x портов. Каждый порт может передавать данные со скоростями 1,25 Гбит/с, 2,5 Гбит/с или 3,125 Гбит/с. Этот интерфейс позволяет легко перемещать данные через системы коммутации без большой нагрузки на процессоры. Посредством SRIO можно создавать цепочки устройств с участием процессоров TCl6488. Например, можно соединить несколько TCl6488 на одной плате. Таким образом, OEM-разработчики могут масштабировать свои решения на основе TCl6488, используя различные архитектуры и форм-факторы.

Благодаря такой масштабируемости, на основе TCl6488 можно строить базовые станции W-CDMA различного масштаба – от пико до макро. В макробазовых станциях каждый процессор пригоден для одновременного обслуживания 48 абонентов при передаче речи, 32 – при передаче данных со скоростью 64 Кбит/с и 8 – при передаче данных со скоростью 384 Кбит/с. На пикосотовых базовых станциях процессор способен обслуживать до 96 абонентов в режиме передачи речи и 64 – при передаче данных (64 Кбит/с).

В процессоре предусмотрена поддержка различных вариантов радиосетей, в том числе TD-SCDMA, WiMAX, cdma2000, HSDPA, что значительно расширяет сферу его применения.

TCI6488 построен на стандартных DSP-ядрах C64x+ и, таким образом, совместим с ПО для процессоров TI предыдущих серий.

Растущие требования к производительности процессоров в современных беспроводных сетях приводят к росту энергопотребления. Для решения этой проблемы TI внедрила в TCI6488 фирменную технологию энергосбережения и управления производительностью под названием SmartReflex™ [8]. С помощью этой технологии можно выполнять мониторинг скорости работы и динамически подстраивать напряжение питания, чтобы в точности обеспечить необходимую производительность. В результате для каждой рабочей частоты задействуется минимально возможная мощность, и тем самым сокращается тепловыделение устройства. Это позволяет размещать на одной плате несколько процессоров TCI6488 и при этом удовлетворять требования разработчика по энерговыделению.

Процессор TCI6488 построен по технологии 65-нм. Благодаря данной технологии удалось удвоить плотность транзисторов по сравнению с предыдущим 90-нм процессом и уменьшить размеры устройств.

### ПРОЦЕССОР TNETV3020

Еще один новый процессор – TNETV3020 – предназначен для обработки речи и видеоданных в медиашлюзах сетей фиксированной и мобильной связи. Так же, как и процессор

TMS320TCI6488, TNETV3020 представляет собой систему-на-кристалле, основанную на DSP-ядрах TMS320 C64x+ [9]. Правда, ядер здесь шесть (рис.4). Каждое ядро работает на частоте 500 МГц. Устройство снабжено 5,5 Мбайт интегрированной памяти и множеством периферийных интерфейсов, таких как Telecom Serial Interface Port (TSIP), SRIO, UTOPIA II и гигабитный Ethernet.

Процессор поддерживает 504 канала для протокола кодирования речи G.711 и 204 канала при использовании речевого кодека AMR (Adaptive Multi-Rate).

Компания TI позиционирует TNETV3020 как платформу, в которой «железо» тесно интегрировано с фирменным программным обеспечением. В первую очередь это ПО для обработки речи Telogy Software. Оно предоставляет целый ряд возможностей: обнаружение речевой активности (voice activity detection – VAD), идентификация вызывающего абонента, адаптивный буфер джиттера, технология Fax Relay, использование в каждом канале своего кодека, поддержка различных размеров пакетов (от 5 мс до 80 мс в зависимости от кодека). При этом каждый канал можно конфигурировать независимо от других.

Программное обеспечение TNETV3020 включает поддержку уже упоминавшегося пакета PIQUA. Использование PIQUA в медиашлюзах дает провайдерам удобный доступ к всесторонней сетевой диагностике и статистике. Таким образом, можно быстро находить и устранять ошибки в работе сетей и тем самым повышать качество передачи речи и мультимедиа.

Фирменная технология Tellinovation [10] служит для устранения эха. Она соответствует рекомендациям ITU G.168-2004 и способна подавлять эхо длиной до 128 мс.

В TNETV3020 используются те же DSP-ядра TMS320 C64x+, что и в технологии обработки видео DaVinci. Компания

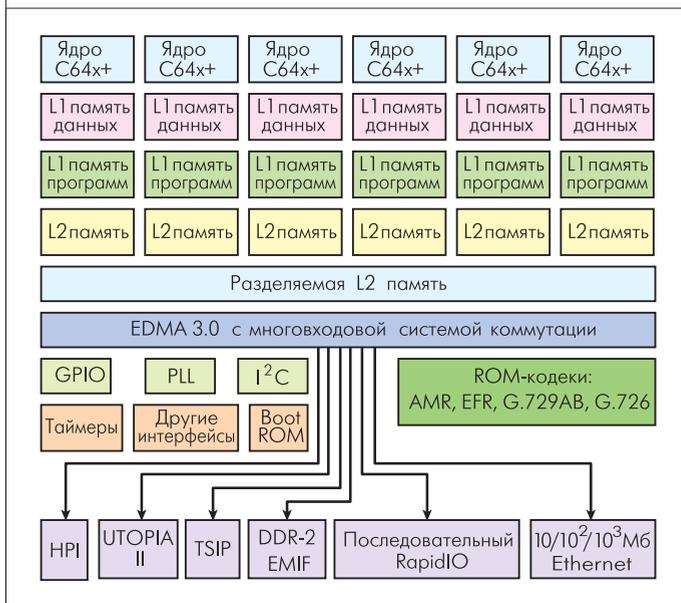


Рис.4. Блок-схема процессора TNETV3020



### Кодеки, поддерживаемые фирменным ПО TI

Речевые кодеки	G.711 PCM 64 Кбит/с; G.722 широкополосный кодек 48, 56, 65 Кбит/с; G.723.1 5,3/6,3 Кбит/с; G.723.1 Annex A (подавление пауз); G.726 ADPCM 16, 24, 32, 40 Кбит/с; G.727 ADPCM; G.728 16 Кбит/с; G.729 8 Кбит/с; G.729 AB 8 Кбит/с (Annex A и B – VAD, CNG); G.729 Annex D 6,4 Кбит/с; G.729 Annex E 11,8 Кбит/с; GSM FR; GSM EFR; GSM AMR; EVRC; SMV; QCELP
Видеокодеки	JPEGGBL; H.264; MPEG2MP; VC1 D; MPEG4SP

TI предлагает широкий набор голосовых и видеокодеков, которые применяются с TNETV3020 (см. таблицу) [9]. Кроме того, OEM-производители могут приобретать ПО для видео у сторонних фирм.

Платформа TNETV3020 включает подробный референс-дизайн и платформы для оценки функций, разработки системного ПО и тестирования.

Большие возможности для обработки речи и видео, заложенные в TNETV3020, способствуют более масштабному и эффективно внедрению IMS в сети фиксированной и мобильной связи.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Smrstik J.** Texas Instruments Leads the Way to a New World Network. White Paper. – <http://www.ti.com/lit/pdf/sprt418>.
2. **Warner J.** PIQUA in the Carrier Media Gateway.

White Paper. – <https://focus.ti.com/seclit/ml/spay030a/spay030a.pdf>.

3. **Куликов В.** Платформенный подход при создании микропроцессорных устройств. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2006, №3, с. 46.

4. DaVinci™ Technology Background and Specifications. Technical brief. –

<http://focus.ti.com/lit/an/sprt401a/sprt401a.pdf>.

5. TMS320TCI6488 DSP Platform. Product Bulletin. – [focus.ti.com/lit/ml/sprt415/sprt415.pdf](http://focus.ti.com/lit/ml/sprt415/sprt415.pdf).

6. <http://www.obsai.org/>.

7. <http://www.cpri.info/>.

8. **Carlson B.** SmartReflex™ power and performance management technologies. –

[http://focus.ti.com/pdfs/wtbu/smartreflex\\_whitepaper.pdf](http://focus.ti.com/pdfs/wtbu/smartreflex_whitepaper.pdf).

9. TNETV3020 Carrier Infrastructure Platform. Product Bulletin. – [focus.ti.com/lit/ml/spat174/spat174.pdf](http://focus.ti.com/lit/ml/spat174/spat174.pdf).

10. Telinnovation Echo Canceller Software. Product Bulletin. – [focus.ti.com/pdfs/bcg/telinnovation\\_prod\\_bulletin.pdf](http://focus.ti.com/pdfs/bcg/telinnovation_prod_bulletin.pdf).