

# SDK для Телефонии: Среда для быстрого создания устройств VoIP, обработки речи и передачи данных

**В СТАТЬЕ РАССМАТРИВАЕТСЯ ПАКЕТ АЛГОРИТМОВ ТЕЛЕФОНИИ, РАЗРАБОТАННЫЙ ФИРМОЙ SPIRIT CORP., СОДЕРЖАЩИЙ БИБЛИОТЕКУ АЛГОРИТМОВ СИГНАЛИЗАЦИИ (DTMF, CPTD, AOH), ОБРАБОТКИ РЕЧИ (ВОКОДЕРЫ, ЭХОПОДАВИТЕЛИ, VAD, CNG, APY), ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И ФАКСИМИЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ОБЪЕДИНЯЮЩУЮ ИХ СРЕДУ (FRAMEWORK). ТАКЖЕ ОПИСЫВАЕТСЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ТЕЛЕФОННЫЙ ПРОЦЕССОР ЦОС TMS320C54CST, СОДЕРЖАЩИЙ БОЛЬШУЮ ЧАСТЬ ЭТОГО ПАКЕТА ВО ВНУТРЕННЕМ МАСОЧНОМ ПЗУ. ОПИСЫВАЕТСЯ ПРИМЕНЕНИЕ ЭТОГО ПАКЕТА В РАЗЛИЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ СВЯЗИ, ТЕЛЕМЕТРИИ, VOIP И СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕЛЕФОНИИ.**

## ВВЕДЕНИЕ

Целью сокращения времени разработки и стоимости разрабатываемого устройства, инженеры всё чаще стараются применить как можно более интегрированные решения. Описываемые в данной статье Пакет алгоритмов телефонии CST (*Client Side Telephony* — абонентская телефония) и специализированный телефонный DSP-процессор TMS320C54CST были разработаны как раз в свете этой тенденции, для облегчения создания различных устройств связи, VoIP и систем компьютерной телефонии.

Пакет CST был разработан в Центре Цифровой Обработки Сигналов фирмы SPIRIT Corp. и состоит из библиотеки алгоритмов сигнализации (DTMF, CPTD, AOH), обработки речи (кодек ADPCM, вокодеры, линейный и акустический эхоподавитель, VAD, CNG, APY), передачи данных (модемы по Рекомендациям МСЭ-Т V.32bis/V.22bis), передачи факсимильных изображений и объединяющей их среды (Framework). Пакет существует полностью на языке C, а также перенесён на сигнальные процессоры серии TMS320C54x и TMS320C55x. Наибольший интерес представляет его использование на специализированном сигнальном процессоре фирмы TEXAS INSTRUMENTS TMS320C54CST, во внутреннем масочном ПЗУ которого содержится большая часть этого пакета.

Привлекательность данного сигнального процессора состоит в следующем:

- для создания полной рабочей системы необходимо минимальное ко-

личество внешних элементов (не нужны внешнее ПЗУ и ОЗУ, на кристалле уже встроены УАПП и цифровая часть кодека);

- процессор можно использовать и как “закрытое” устройство (*chipset*, без загрузки в него программы пользователя), управляя им только по последовательному интерфейсу, и как обычный сигнальный процессор с загружаемой программой пользователя, которая в этом случае управляет алгоритмами телефонии программным образом (это даёт большую гибкость).

Особенный интерес данная статья может представлять для инженеров, проектирующих мини-АТС со встроенной VoIP-функциональностью, а также удалённые или независимые устройства (различного рода датчики, счётные аппараты, контрольно-кассовые терминалы, специализированные телефонные аппараты), в которые необходимо реализовать функции передачи данных по телефонному каналу, обработки речи

(запись, воспроизведение, сжатие) и обработки различных сигналов телефонной сигнализации.

## ОПИСАНИЕ ПАКЕТА CST

Пакет алгоритмов телефонии CST состоит из набора XDAIS-совместимых объектов (XDAIS — TMS320 DSP Algorithm Standard) и специальной среды (CST Framework), которая объединяет эти объекты и обеспечивает унифицированный доступ ко всем ним.

В Пакет включены следующие компоненты:

- модем для передачи данных со скоростью до 14400 бит/с с протоколами канального уровня для сжатия данных и коррекции ошибок (удовлетворяет Рекомендациям МСЭ-Т V.32bis/V.32, V.22bis/V.22, V.14, V.42, V.42bis);
- факс-модем группы 3 для передачи или записи факсимильных сообщений со скоростью до 14400 бит/с

### Список сокращений, использованных в статье:

AGC	APY — Автоматическая Регулировка Усиления
CID	AOH — Автоматический Определитель Номера
CNG	Comfort Noise Generator — Генератор Комфортного Шума
CPTD	Call Progress Tone Detector — Детектор вызывной сигнализации (тонов типа “Занято”, “Ожидание”)
CST	Client Side Telephony — Телефония на Стороне Клиента
DAA	Data Access Arrangement — Устройство сопряжения с телефонной линией
DTE	ООД — Оконечное оборудование данных
DTMF	Dual-Tone Modulated Frequency — Сигналы тонального набора номера
UART	УАПП — Универсальный Асинхронный Приёмо-Передачик
VAD	Voice Activity Detector — Детектор Голосовой Активности
XDAIS	TMS320 Algorithm Standard — Стандарт на алгоритмы для процессоров ЦОС фирмы Texas Instruments



использование среды позволяет существенно сократить размер кода пользователя в ОЗУ.

## РЕАЛИЗАЦИЯ CST НА ПРОЦЕССОРЕ TMS320C54CST

Специализированный процессор DSP фирмы TEXAS INSTRUMENTS TMS320C54CST представляет собой процессор серии C54х, на кристалле которого интегрированы асинхронный последовательный порт УАПП типа 16C550 и цифровая часть DAA, совместимая с микросхемой безтрансформаторной развязки фирмы SILICON LABS (рис. 3).

Кроме 40 Кслов внутреннего ОЗУ, в нём также есть 128 Кслов внутреннего ПЗУ, в котором запрограммирована упрощённая версия Пакета алгоритмов телефонии, разработанного фирмой SPIRIT Corp. (рис. 4).

Дополнительно, путём загрузки очень небольшого по размеру добавочного кода в C54CST, на этом чипе можно эффективно использовать следующие алгоритмы:

- POS-модем (V.29 и V.22 fast connect);
- факс-модемы G3;
- вокодеры для стандартов:
  - G.723.1;
  - G.729AB;
  - низкоскоростной вокодер SPIRIT (1200 бит/с).

Дополнения хороши тем, что большая часть используемого кода находится внутри быстрого внутреннего ПЗУ, и, следовательно, производительность не падает за счёт циклов ожидания внешней памяти программ.

Для реализации интерфейса с телефонной линией цифровая часть DAA, находящаяся внутри процессора CST, должна быть подключена к аналоговой

части DAA — микросхеме Si3016 фирмы SILICON LABS. Такое включение обеспечивает для CST гальваническую развязку с телефонной линией. Со стороны интерфейса с внешним хост-контроллером, процессор CST подключается к ПК или к контроллеру на основе ЦПУ через последовательный асинхронный порт RS232 (рис. 5). Контроллер управляет процессором CST через набор AT-команд как в режиме модема, так и в голосовом режиме. При этом процессор CST не нуждается во внешнем ОЗУ или других каких-либо внешних элементах, чтобы выполнять функции Пакета CST.

В то же время, у пользователя есть возможность загрузить свой программный код во внутреннее ОЗУ этого процессора и использовать CST-решение внутри TMS320C54CST через один из вышеописанных уровней интерфейса, при

этом отпадает необходимость использовать внешний контроллер или ПК, что позволяет делать очень компактные решения на основе этого процессора для самостоятельных устройств.

Процессор CST имеет два основных режима работы — Независимый (*Chip-set*) и Программируемый (*Flex*).

В Независимом режиме CST-решение полностью владеет процессором ЦОС и управляет только снаружи через последовательный порт посредством AT-команд. В этом режиме процессор CST можно использовать как обычный модем для передачи данных с голосовыми функциями, включая полнодуплексный режим (вся функциональность CST-решения доступна через AT-команды).

В Программируемом режиме программный код пользователя загружается внутрь процессора DSP и использует Пакет CST в ПЗУ через один из интерфейсных уровней, описанных выше. В этом режиме пользователь получает более гибкий доступ ко всей функциональности CST-решения и возможность создавать свои собственные приложения для телефонии, используя только процессор CST, без внешнего контроллера (код пользователя может загружаться, например, из внешнего ПЗУ).

## ПРИМЕНЕНИЕ

Описываемый Пакет CST имеет следующие области применения:

- Voice/Fax over IP системы, мини-АТС;
- таксофоны;
- устройства с необходимостью доступа к Internet;
- кассовые и торговые автоматы, банкоматы;
- встраиваемые модемы для передачи данных (например, для использования внутри различных удалённых датчиков, с которых нужно периодически считывать информацию; для охранных систем, с возможностью передачи сжатой аудиоинформации по телефонному каналу в цифровом виде);
- системы голосового меню внутри удалённых независимых устройств, для управления ими через телефонную линию;
- автоответчики (с записью речевого сигнала в сжатом виде и с возможностью построить сложное голосовое меню);
- системы регистрации и записи телефонных звонков (с записью речевых



Рисунок 3

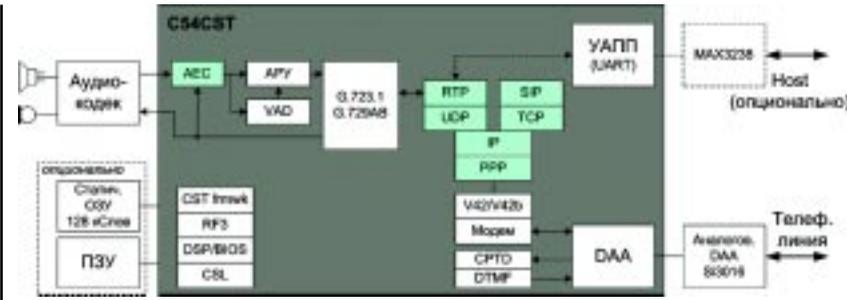
### Обзор процессора ЦОС с Пакетом CST



Рисунок 4 Обзор пакета CST



Рисунок 5 Типовая схема использования процессора с Пакетом CST



**Рисунок 6** Структурная схема VoIP-телефона с громкой связью

и факсимильных сообщений в сжатом/декодированном виде);

- скремблированные телефонные аппараты (речь, сжатая низкоскоростным вокодером из Пакета CST, может быть закодирована криптографическим алгоритмом пользователя и передана по модему из этого же Пакета).

Тот факт, что все компоненты этого решения имеют стандартизированный интерфейс и являются XDAIS-совместимыми, а также наличие специальной среды, объединяющей все компоненты и представляющей несколько уровней доступа к ним, существенно облегчает

процесс интеграции и использования этих алгоритмов пользователем.

Как уже было упомянуто выше, привлекательно использование Пакета CST на основе специализированного DSP TMS320C54CST, во внутреннем ПЗУ которого запрограммирована большая часть этого решения. При этом для создания полной рабочей системы необходимо минимальное количество внешних элементов, и если пользователю недостаточно функциональности, которая заложена во внутрикристальном ПЗУ, он может добавить недостающие части, загрузив свой программный код.

Важно отметить два фактора, существенно уменьшающих стоимость разра-

ботки устройств на основе DSP-процессора TMS320C54CST:

- телефонные алгоритмы уже находятся в ПЗУ. Пользователь не должен покупать их отдельно, их стоимость включена в стоимость чипа, при этом чип стоит столько же, сколько и подобный чип из серии C54x, но без алгоритмов;
- в большинстве устройств нет необходимости подключать внешнее ОЗУ, опять же, потому что большинство алгоритмов уже находятся в ПЗУ.

Рассмотрим подробнее реализацию одного из наиболее популярных приложений на основе Пакета CST — VoIP-телефона с громкой связью и с возможностью удалённого подключения к сети по модему. Это приложение использует многие алгоритмы в CST, и при этом полностью помещается во внутреннем ОЗУ процессора C54CST (если сетевой стек TCP/IP и протокол SIP находятся на хосте).

Структурная схема такого приложения показана на рис. 6.

К процессору подключены следующие периферийные устройства:

**MicroLAB Systems**  
127591, Москва, Россия, Дубининская ул., д. 83, оф. 612  
WEB: www.mlabsys.com  
E-mail: info@mlabsys.com  
тел./факс: (095)-900-6208

**Комплексные решения ЦОС для процессоров TMS320**

**TORNADO СИСТЕМЫ ЦОС**  
MIRAGE ЭМУЛЯТОРЫ  
АЦП/ЦАП, СОПРОЦЕССОРЫ

<p><b>TORNADO</b> системы ЦОС для ПК и автономных приложений на базе TMS320C3x/5000/6000 <b>\$540+</b></p> <p>дочерние модули АЦП/ЦАП, сопроцессоры ЦОС <b>\$215+</b></p>	<p><b>MIRAGE</b> эмуляторы JTAG/MP50 для TMS320 <b>\$1000+</b></p> <p><b>TI Code Composer</b> <b>\$1300</b> (C3x/C4x) <b>\$1995</b> (Studio)</p>	<p><b>Hypersignal</b> САПР алгоритмов и систем ЦОС <b>\$1995+</b></p> <p><b>QEDesign</b> САПР цифровых фильтров <b>\$1095+</b></p> <p><b>Nucleus PLUS, 3L Diamond</b> ОСРВ</p>
---	--	--

- аналоговый DAA для подключения к телефонной линии (цифровая часть DAA уже в чипе CST);
- аудиокодек для подключения микрофона и динамика;
- флэш-ПЗУ для хранения кода приложения (в случае наличия хоста, код приложения может загружаться с него, и ПЗУ может быть не нужно);
- внешнее ОЗУ для протоколов SIP и TCP/IP (опять же, в случае наличия хоста, оно не нужно);
- конвертор уровней TTL / RS232 для подключения к хосту по последовательному интерфейсу (для случая, когда сетевая часть VoIP работает на хост-контроллере).

Общая стоимость электронных компонентов для этого устройства не превышает \$20, что очень хорошо для таких устройств.

Подобное решение было также реализовано на других процессорах серии C54xx, в частности, на автономном контроллере ЦОС TORNADO-E5416 компании МикроЛАБ Системс (<http://www.mlabsys.com>), с использо-

вание дочернего модуля расширения T/SDAS-ATEL2 для аудио ввода/вывода. Платы TORNADO представляют собой “конструктор ЦОС”, так как средства ввода/вывода сигналов и скан-эмуляции процессоров TMS320 конструктивно выполнены в виде дочерних модулей, которые устанавливаются на разъёмы интерфейсов расширения на этих платах. Такая модульная архитектура “конструктора ЦОС” позволяет оперативно менять или добавлять новые модули ввода/вывода сигналов, быстро менять системы TORNADO с различными процессорами ЦОС и легко переходить к автономной аппаратуре ЦОС.

Для подключения к хосту в данном случае использовался универсальный контроллер ввода/вывода на автономном контроллере ЦОС TORNADO-E5416, настроенный на работу в режиме RS-232.

Важно отметить, что для правильной работы акустического эхоподавителя крайне критично, чтобы аудиокодек обладал малым уровнем нелинейных искажений и высокой стабильностью частоты дискретизации, и кодек в дочернем модуле Микро-

лаб обладает исключительно хорошими характеристиками в этом плане.

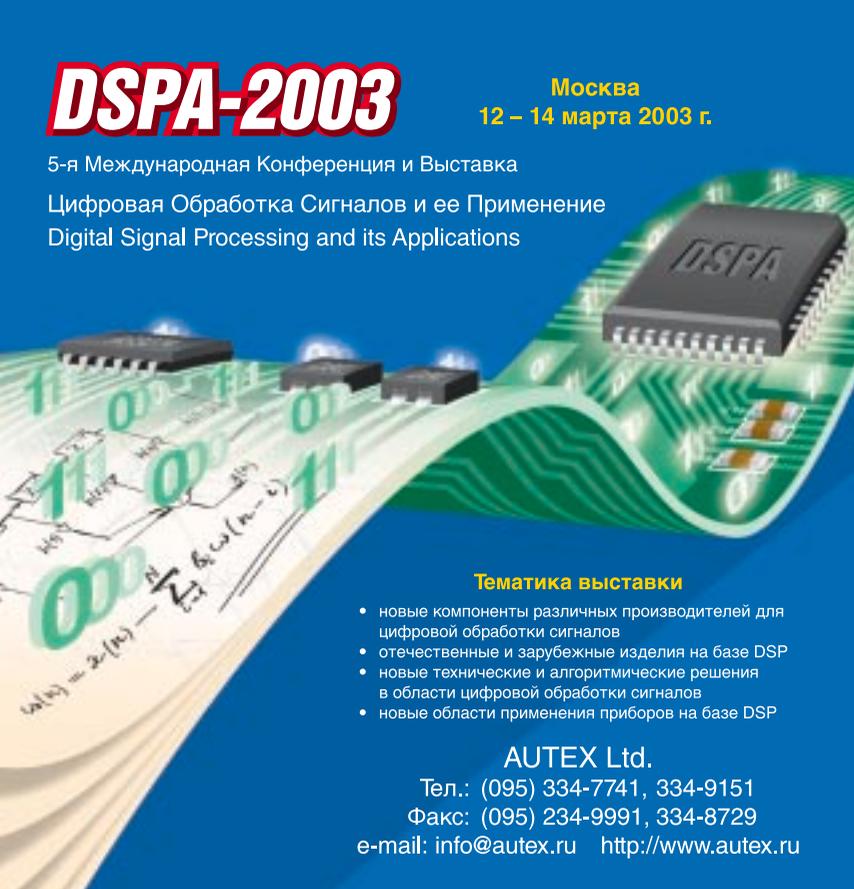
Удобно также, что по одному каналу стереокодека дочерней платы может быть подключен микрофон и динамик, а по другому — телефонный канал через специальный адаптер, что как раз подходит для описываемого приложения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный Пакет CST и среда CST дают инженеру готовый SDK для быстрой и эффективной по стоимости разработки телефонных приложений, особенно при использовании CST-среды и специализированного DSP телефонии TMS320C54CST.

Средства разработки для этого пакета продолжают развиваться. В частности, идёт работа над созданием визуальной среды конфигурации этого пакета и перенос пакета на другие платформы.

Подробнее о пакете алгоритмов телефонии можно узнать по адресу <http://www.spiritcorp.com/CST>.



**DSPA-2003**

Москва  
12 – 14 марта 2003 г.

5-я Международная Конференция и Выставка  
Цифровая Обработка Сигналов и ее Применение  
Digital Signal Processing and its Applications

**Тематика выставки**

- новые компоненты различных производителей для цифровой обработки сигналов
- отечественные и зарубежные изделия на базе DSP
- новые технические и алгоритмические решения в области цифровой обработки сигналов
- новые области применения приборов на базе DSP

**AUTEX Ltd.**  
Тел.: (095) 334-7741, 334-9151  
Факс: (095) 234-9991, 334-8729  
e-mail: [info@autex.ru](mailto:info@autex.ru) <http://www.autex.ru>

Подробная информация:  
[www.autex.ru](http://www.autex.ru)

### Тематика конференции

- теория сигналов и систем
- теория и методы цифровой обработки сигналов (ЦОС)
- цифровая обработка и передача многомерных сигналов
- цифровая обработка речевых и звуковых сигналов
- цифровая обработка изображений
- ЦОС в системах телекоммуникаций
- ЦОС в радиотехнических системах
- ЦОС в системах управления
- цифровая обработка измерительной информации
- нейрокмпьютерная обработка сигналов и изображений
- цифровое телерадиовещание
- защита информации и ЦОС
- проектирование и техническая реализация систем ЦОС
- проблемы подготовки специалистов в области ЦОС

РНТОРЭС им. А. С. Попова  
Тел.: (095) 921-0610, 921-7108  
Тел./факс: (095) 921-1639  
e-mail: [nto.popov@mtu-net.ru](mailto:nto.popov@mtu-net.ru)  
<http://www.rntores.ru>