

Микросхемы Infineon Technologies для широкополосного xDSL-доступа. SOCRATES-EFM

В статье рассмотрены полупроводниковые компоненты Infineon Technologies для передачи информации по существующим телефонным абонентским линиям на базе современных технологий широкополосного доступа xDSL. Дан обзор выпускаемых семейств микросхем для технологий SHDSL. Рассмотрена новая разработка — микросхема SHDSL семейства SOCRATES — SOCRATES-e, работающая в стандарте EFM — «Ethernet на первой миле».

Анатолий БЕРБЕНЕЦ
berben@efo.ru

Многие годы линии E1/T1 были единственным средством передачи данных с повышенной скоростью по обычным медным витым парам, причем эти линии использовались как для связи между районными станциями (CO), так и для корпоративных абонентов (CPE). Стандартизированная в 1984 году технология ISDN позволила достичь скорости передачи данных 144 кбит/с. Технология xDSL появилась в середине 90-х годов как альтернатива этому широко известному цифровому абонентскому окончанию.

DSL и xDSL

Аббревиатура DSL означает «цифровая абонентская линия» (Digital Subscriber Line). DSL-технологии позволяют соединять пользователей с телефонными станциями, расширяя при этом используемый частотный диапазон имеющихся линий телефонной кабельной сети.

xDSL — обобщенная аббревиатура для технологий DSL. Технологии xDSL позволяют передавать данные со скоростями, значительно превышающими скорости, доступные самым лучшим аналоговым и цифровым модемам. xDSL поддерживают передачу голоса, высокоскоростную передачу данных и видеосигналов, предоставляя при этом значительные преимущества как абонентам, так и провайдерам. Более того, многие технологии xDSL позволяют совмещать высокоскоростную передачу данных и передачу голоса по одной и той же медной паре. Существующие типы технологий xDSL различаются в основном по используемой форме модуляции и скорости передачи данных. Достижения технологий xDSL во многом определяются достижениями техники кодирования, которая

за счет применения DSP-процессоров смогла повысить скорости передачи данных при одновременном увеличении расстояния между модемом (приемопередатчиком) и станционным оборудованием (DSLAM).

Технологии xDSL условно делятся на следующие типы:

- ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) — асимметричное цифровое абонентское окончание, в коммерческих предложениях операторов связи часто называемое широкополосным доступом.
- SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line) — симметричное цифровое абонентское окончание, в том числе и с повышенной адаптируемой скоростью передачи (SHDSL).

- VDSL (Very high-speed Digital Subscriber Line) — сверхбыстрое цифровое абонентское окончание.

К настоящему времени технологии прошли ряд этапов совершенствования своих характеристик, и последние их версии имеют названия ADSL2, ADSL2+, VDSL2 и т. п., что отражено в соответствующих стандартах. Сравнительные характеристики технологий xDSL приведены в таблице 1.

SHDSL — симметричная DSL при максимальной дальности

Первоначально технология симметричной DSL предполагалась только как недоро-

Таблица 1. Сравнительные характеристики технологий xDSL, поддерживаемых продукцией Infineon

	ADSL	ADSL2	ADSL2+	SHDSL ¹	VDSL2	
Симметрия по скорости передачи	нет	нет	нет	да	да/нет	
Макс. скорость передачи ^{5,7}	нисходящий поток	8 Мбит/с	11 Мбит/с 10 Мбит/с ²	25 Мбит/с 23 Мбит/с ²	5,7 Мбит/с	100 Мбит/с
	восходящий поток	1 Мбит/с	1 Мбит/с 3 Мбит/с ²	1 Мбит/с 3 Мбит/с ²	5,7 Мбит/с	100 Мбит/с
	на дистанции	1,5 км	1,5 км	1,0 км	3,0 км	0,3 км
Макс. дистанция ^{3,7}	5–6 км	7–8 км ³	5–6 км	> 10 км	< 3 км ⁴	
Скорость передачи на дистанции 1 км ^{6,7}	нисходящий поток	8 Мбит/с	7 Мбит/с	14 Мбит/с	4 Мбит/с	25 Мбит/с
	восходящий поток	1 Мбит/с	2 Мбит/с	2 Мбит/с	4 Мбит/с	5 Мбит/с
Скорость передачи на дистанции 3 км ^{6,7}	нисходящий поток	1,6 Мбит/с	1,4 Мбит/с	1,7 Мбит/с	1 Мбит/с	1,7 Мбит/с
	восходящий поток	0,5 Мбит/с	0,7 Мбит/с	0,5 Мбит/с	1 Мбит/с	1 Мбит/с
Скорость передачи на дистанции 8 км ^{5,7}	нисходящий поток	—	—	—	1 Мбит/с	—
	восходящий поток	—	—	—	1 Мбит/с	—
Регенератор	нет	нет	нет	да	нет	
Объединение РНУ	1	1	1	1/2/3/4	1	
Голосовой интерфейс	POTS/ISDN	POTS/ISDN	POTS/ISDN	внутриполосный (inband)	POTS/ISDN	
Стандарты	ITU G992.1 T1.413 ETSI TS 101388	ITU G992.3 G.bis	ITU G992.5	ITU G991.2 ETSI TS 101524	ITU G993.2	

¹ Поддерживает SHDSL.bis;

² Приложение М (макс. восходящий поток);

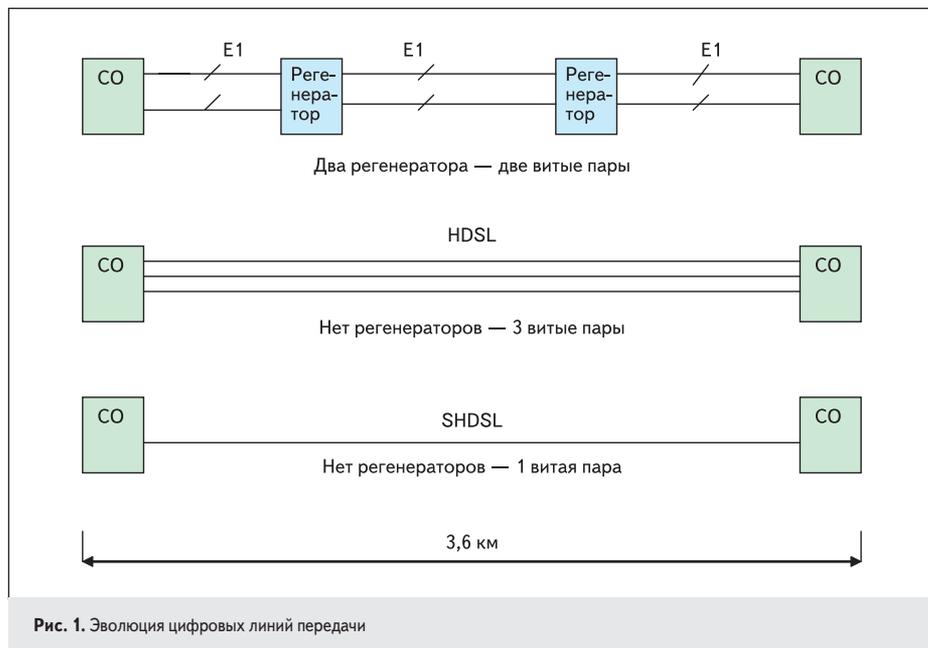
³ Приложение L (PSD макс. дистанции);

⁴ Более этой дистанции инициализация критична;

⁵ канал без шума;

⁶ шум: 12 selfNEXT disturber для VDSL, FSAN B для других;

⁷ все результаты основаны на симуляции для PE04 медных проводов



гая альтернатива E1/T1-соединениям, а ADSL предназначалась для внутреннего (абонентского) доступа к Интернет и телефонии. Появление технологии SHDSL позволило решить задачу передачи данных по меди на расстояния, соответствующие зоне обслуживания CSA (3,6 км) со скоростью, равной, а впоследствии и превышающей скорости передачи E1/T1. Эволюция линий передачи данных между двумя узлами (например, CO), показывающая технико-экономические преимущества SHDSL с развитием технологий симметричной DSL, приведена на рис. 1.

Технические характеристики SHDSL стандартизированы Международным союзом электросвязи (ITU) и Институтом инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE) в ряде стандартов, основные из которых — G.SHDSL, G.SHDSL.bis и IEEE EFM.

Ключевые стандартизированные характеристики технологии SHDSL:

- Симметричная регулируемая скорость передачи данных от 144 до 5792 кбит/с с дискретностью 8 кбит/с. Адаптация скорости в зависимости от длины линии.
- Возможность синхронной и плезиосинхронной передачи.
- Кодирование TC-PAM (Trellis-Coded Pulse amplitude modulation) — амплитудно-импульсная модуляция с решетчатым кодированием.
- Полнодуплексная передача с эхокомпенсацией.
- Возможность передачи как данных, так и голоса (VoDSL — до 36 голосовых каналов).

Применение: в приложениях, где требуется повышенная скорость восходящего потока (доступ к удаленным локальным сетям — LAN, частные веб-серверы, аппаратура для видеоконференций с голосовыми каналами и т. п.), а также для замены линий E1/T1.

SOCRATES — семейство микросхем для SHDSL

Infineon Technologies производит самый широкий в отрасли спектр микросхем для приложений SHDSL под названием SOCRATES. По данным Infonetics в 2005 году доля Infineon в мировом выпуске SHDSL микросхем составляла более 51%, что превосходит вклад таких крупных производителей телекоммуникационных микросхем, как Metalink, Mindspeed и Conexant, вместе взятых.

Название семейства SOCRATES представляет собой аббревиатуру SHDSL One Chip Rate Adaptive Transceiver with Embedded Start-Up — однокристалльный SHDSL-приемопередатчик со встроенным стартом.

Первое поколение SOCRATES

SOCRATES — наиболее многочисленное, постоянно расширяющееся семейство xDSL Infineon, в него входят 3 поколения микросхем. В первое поколение входят 3 микросхемы:

- SOCRATES (PEF22622) — 1 канал, TDM (замена E1/T1);
- SOCRATES-U (PEF22623) — 1 канал, TDM и ATM (для NT, IAD);
- SOCRATES-4 (PEF24622) — 4 канала TDM и ATM (для DSLAM, DLC), менее 700 мВт/канал.

Микросхемы 1-го поколения, особенно одноканальный трансивер SOCRATES (PEF22622), нашли широкое применение в телекоммуникационной аппаратуре, в том числе у отечественных производителей (потребление в России — десятки тысяч штук). В настоящий момент эта микросхема переведена в разряд «не для новых разработок» ввиду появления более совершенных чипсетов следующих поколений — 2-го и 3-го. Но все микросхемы 1-го поколения продолжают производиться серийно.

Второе поколение SOCRATES

Второе поколение микросхем SHDSL, названное SOCRATES.bis, — это дальнейшее совершенствование функциональных и электрических характеристик с одновременным повышением степени интеграции. Семейство включает в себя 4 микросхемы:

- SDFE-4 PEF 24624 — 4 канала, для TDM-приложений;
- SDFE-2 PEF 22624 — 2 канала, для TDM-приложений;
- SDFE-1 PEF 21624 — 1 канал, для TDM-приложений;
- SDC-16i PEF 24625 — 16-канальный контроллер SHDSL, применяется только в составе чипсета SOCRATES-16Bis совместно с SDFE-4 PEF 24624 для TDM, ATM и IP-приложений.

SDFE-4/2/1 (Symmetric DSL Front End) — это так называемое симметричное DSL-окончание, функционально представляющее собой TDM-трансивер на 4, 2 и 1 канал. На кристалле интегрирован DSP, AFE — аналоговое окончание, драйверы линии LD, цепи согласования с линией и память. Поддерживает скорость передачи от 144 до 6392 кбит/с. Типовая рассеиваемая мощность 550 мВт/канал. Интерфейсы: TDM, DSL3, SCI. Корпус PG-LBGA-324-2 размером 19×19 мм, «бессвинцовое» исполнение.

SOCRATES-16Bis — это 16-канальный чипсет, состоящий из микросхемы SDC-16i (PEF 24625) контроллера симметричной DSL и 4 микросхем SDFE-4 (PEF 24624).

Основные характеристики SOCRATES-16Bis:

- наивысшая степень интеграции — 3 см² на канал;
- 5 микросхем на 16 каналов;
- полностью совместим со стандартами SHDSL, SHDSL.bis (до 6 Мбит/с);
- интерфейсы UTOPIA, TDM, POSPHY, MII;
- для включения в схему требуются только пассивные компоненты;
- 2 напряжения питания 3,3, 1,8 В;
- поддерживает технологии объединения каналов для ATM, TDM, Ethernet.
- статус — серийное производство.

Третье поколение SOCRATES — Ethernet в сетях доступа

Третье поколение микросхем представлено двумя наборами микросхем, отличающимися функциональным назначением и количеством каналов — SOCRATES-4e/2e/1e и SOCRATES-4U/2U/1U с характеристиками, превышающими требования стандарта SHDSL.bis (скорость передачи до 10 Мбит/с):

- SOCRATES-4e/2e/1e (PEF24628, PEF22628, PEF21628) — SHDSL-приемопередатчики нового стандарта EFM на 4, 2 и 1 канал.
- SOCRATES-4U/2U/1U (PEF24627, PEF22627, PEF21627) — 3-е поколение симметричного DSL-окончания на 4, 2 и 1 канал соответственно.

Основные различия между микросхемами SOCRATES 2-го и 3-го поколения приведены в таблице 2.

Таблица 2. SOCRATES 2-го и 3-го поколения. Основные различия

	2-е поколение	3-е поколение
ATM	16 (8 for bis) каналов и IMA ¹	4/2/1-канальные микросхемы
EFM, PAF	—	4/2/1-канальные микросхемы
Тактовая частота ядра	20 МГц	20/40 МГц
Производительность	SHDSL.bis скорость передачи	До 10 Мбит/с
Интерфейс контроллера	SCI	SCI/MPI
HDLC-контроллер	4×EOC, SCI	4×EOC, SCI
Напряжения питания	3,3 В и 1,8 В	3,3 В и 1,5 В
Подавление перекрестных помех	—	Встроенное NEXT (near end cross talk) подавление
Предсказание шума	Фиксированное	Адаптивное

1) Обратное мультиплексирование для ATM

Как видно из таблицы, принципиальные различия заключаются в расширении функциональности, в частности, в поддержке нового стандарта EFM, функции PAF (PHY Aggregation Function), механизма NEXT (near end cross talk cancellation) и функции адаптивного предсказания шума в канале. Повышена также тактовая частота ядра до 40 МГц, снижено одно из напряжений питания до 1,5 В.

SOCRATES-4e/2e/1e (PEF24628, PEF22628, PEF21628)

EFM — Ethernet First Mile («Ethernet на первой миле») — новый стандарт IEEE. Основная его цель — транспорт Ethernet в городских сетях и сетях доступа, обеспечивающий экономичные и гибкие решения для доставки абонентам широкополосных услуг. Как и любой другой стандарт, IEEE 802.3ah должен обеспечить совместимость оборудования разных компаний-изготовителей, что будет полезно операторам связи и поставщикам услуг. Однако в центре внимания стандарта находится абонент, именно поэтому в его названии абонентский шлейф именуется первой (если считать от абонента), а не последней (если считать от оператора связи) милей.

SOCRATES-e — это новое, 3-е поколение SHDSL-приемопередатчиков Infineon, предназначенных для применения в телекоммуникационных системах стандарта EFM. Микросхема выпускается в 1-, 2-, 4-канальных вариантах и поддерживает технологии Интернет, пакетной передачи, ATM, TDM. Трансиверы полностью совместимы с соответствующими стандартами ETSI, ITU и IEEE. Микросхемы имеют улучшенную функциональность и характеристики наряду с высокой интеграцией и малым потреблением. Важной характеристикой является совместимость с предыдущими поколениями SOCRATES, облегчающая сопряжение новых разработок с существующими техническими решениями. Имеется средство для разработки — оценочная плата EASY 24628 с интерфейсами MPI и UTOPIA.

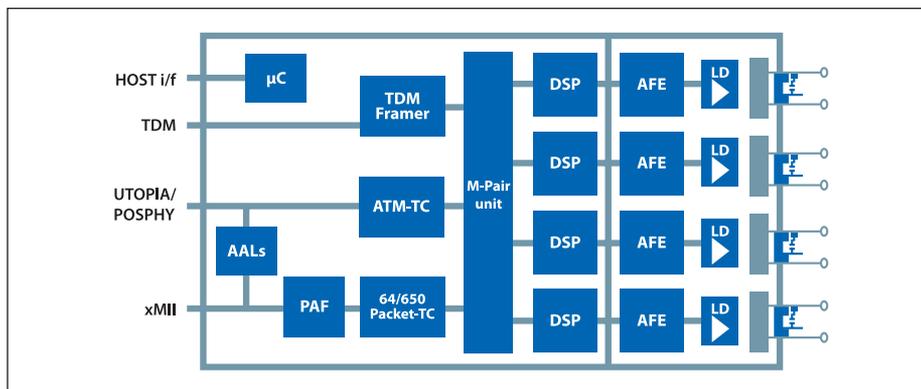


Рис. 2. Блок-схема 4-канальной микросхемы SOCRATES-4e

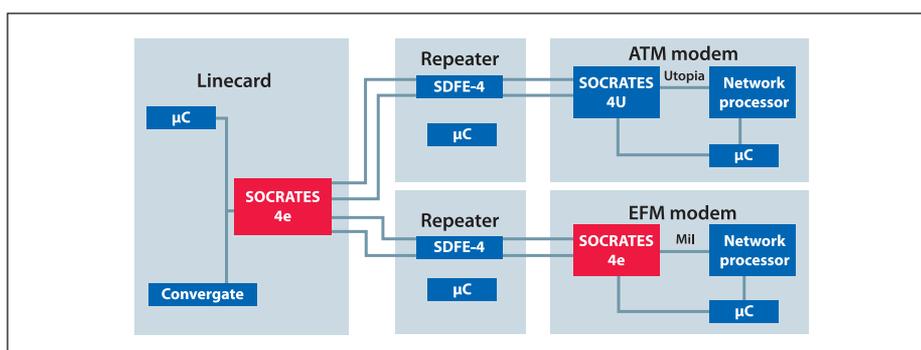


Рис. 3. Пример применения SOCRATES-e

Основные характеристики 3-го поколения приемопередатчиков:

- Поддержка стандартов:
 - ETSI SHDSL (ETSI TS 101 524 V 1.2.1);
 - ETSI SHDSL.bis (ETSI TS 101 524 V 1.2.2);
 - ITU G.shdsl (ITU-T G.991.2);
 - ITU G.shdls.bis (ITU-T G.991.2 (2004));
 - ITU G.hs (ITU-T G.994.1);
 - IEEE EFM (IEEE 802.3-2004).
 - Встроенный контроллер старта и объединения каналов (PAF, M-PAIR).
 - Встроенная RAM для загрузки FW и компенсации задержки объединенных каналов.
 - Корпус PG-LBGA-324-2.
 - Низкое потребление: 500 мВт в режиме TDM, 700 мВт в режиме EFM.
 - Компенсация перекрестных искажений в объединенных SHDSL-каналах.
- Области применения:
- Абонентское оборудование (CPE)/модемы: EFM или TDM и комбинированные решения;
 - CPE/модемы: PoSHDSL (пакеты поверх SHDSL);
 - DSLAM: SHDSL-линейные карты для EFM, TDM и комбинированных решений;
 - DSLAM: PoSHDSL-линейные карты.

Заключение

По данным форума DSL, число абонентов xDSL в мире к концу 2005 года составило более 110 миллионов, что превышает 60% всех

пользователей широкополосного доступа. По-прежнему «узким местом» в существующей сегодня инфраструктуре xDSL остаются технологии доступа, обеспечивающие связь между CO или DSLAM и абонентом. Выпускаемые Infineon Technologies микросхемы семейства SOCRATES для технологии SHDSL обеспечивают реализацию многообразия существующих симметричных приложений:

- полную или частичную замену E1/T1-линий;
- репитеров/регенераторов SHDSL (до 8 репитеров в цепочке);
- интегрированных устройств доступа SHDSL IAD (голос+данные);
- модемов и маршрутизаторов SHDSL;
- систем DSL-доступа IP/ATM-DSLAM;
- DLC-систем (Digital Loop Carrier);
- мультисервисных платформ доступа MSAP;
- контроллеров беспроводных сетей RNC.

Анонсированные в 2007 году микросхемы семейства SOCRATES-4e/2e/1e — уникальное однокристальное решение для реализации всего спектра телекоммуникационной аппаратуры SHDSL по новому стандарту IEEE 802.3ah — «Ethernet на первой миле».

Кроме микросхем для SHDSL-технологий компания Infineon выпускает наборы микросхем для ADSL2/2+ (чипсеты GEMINAX-MAX и GEMINAX-PRO для CO и AMAZON для CPE).

В 2006 году был анонсирован чипсет VINAX-CO и VINAX-CPE, предназначенный для приложений CO и CPE с технологией VDSL2.