

PLC-ТЕХНОЛОГИИ. ЧАСТЬ 3

ВИКТОР ОХРИМЕНКО, нач. отд., Государственный НИЦ прикладной информатики

В заключительной части статьи (начало см. в ЭК10, 11) рассмотрены современные технологии высокоскоростной передачи данных по электросетям, продвигаемые международными и европейскими ассоциациями и альянсами (OPERA, UPA, HD-PLC), а также приведена информация о существующих стандартах (ITU, IEEE). И хотя до настоящего времени отсутствует единый стандарт, оборудование, созданное на базе этих передовых PLC-технологий, все шире используется во многих приложениях скоростного обмена информацией.

ВВЕДЕНИЕ

В третьей части статьи приведены основные характеристики современных технологий высокоскоростной передачи данных по электросети. Кроме того, рассмотрены некоторые из существующих стандартов. Сравнительные характеристики широкополосных технологий передачи данных и области их применения приведены на рисунке 1 [1].

ТЕХНОЛОГИИ И СТАНДАРТЫ

HomePlug — далеко не единственный пакет существующих спецификаций. Помимо HomePlug имеются и другие — это широкополосная технология, поддерживаемая международной ассоциацией UPA (Universal Powerline Association), а также технология с одноименным названием, которая была предложена рядом влиятельных японских кампаний, объединившихся в альянс HD-PLC (High-Definition Powerline Communications). Большой вклад в разработку PLC-технологии внес европейский альянс OPERA (Open PLC European Research Alliance) [1-10].

OPERA

Открытый европейский альянс OPERA был основан ведущими европейскими компаниями-производителями и университетами в 2004 г. Альянс насчитывает более 40 участников и частично финансируется Европейским Союзом. Цель альянса — исследования и разработки в области интегрированных PLC-сетей для организации широкополосного доступа. На этапе создания альянса предполагалось, что выработанные им рекомендации устранят проблемы технического характера и будут способствовать продвижению PLC-оборудования на европейский рынок.

Первый проект альянса (OPERA Phase 1) с бюджетом 20 млн евро завер-

шился в 2006 г. Уже после выхода первой версии стандарта им поспешили воспользоваться многие производители PLC-оборудования. Открытый стандарт дал мощный толчок развитию всей PLC-индустрии.

С января 2007 г. стартовала вторая фаза проекта (OPERA Phase 2), которая завершилась в декабре 2008 г. Цель проекта — разработка спецификаций, обеспечивающих возможность работы широкополосных систем с использованием в качестве физической среды существующей электропроводки. Отсюда и другое название — BPL (Broadband over Power Line). BPL-технология обеспечивает высокоскоростную передачу данных (поток видео, IP-телефония и т.п.), а также организацию домашних локальных сетей. Вторая фаза проекта завершилась выработкой проекта спецификаций [2]. В число участников второй фазы проекта вошли ведущие европейские университеты Swiss Federal Institute of Technology (Швейцария), University of Dresden и University of Karlsruhe (Германия) и др., крупные технологические компании-разработчики DS2 (Испания) и STI (Швейцария), а также европейские PLC-операторы EDEV-CPL (Франция), ONI (Португалия),

PPC (Германия), коммунальные предприятия и OEM-производители — всего 26 участников [3].

В основе предложенных альянсом спецификаций лежит технология, разработанная основанной в 1998 г. испанской компанией DS2, которая первой представила коммерческие микросхемы PLC-модемов, обеспечивающие пропускную способность канала связи на физическом уровне до 200 Мбит/с. В предложенных спецификациях предусматривается передача данных в полосе частот 10, 20 или 30 МГц. Способ модуляции — OFDM, число поднесущих — 1536. Для модуляции поднесущих используется модуляция типа ADPSK (Amplitude Differential Phase Shift Keying — амплитудно-дифференциальная фазовая манипуляция), что обеспечивает передачу до 10 бит на каждой поднесущей. Теоретически достижимая скорость передачи данных составляет 205 Мбит/с [2].

UPA

Большую роль в развитии технологии передачи данных по электрическим сетям играет основанная в мае 2004 г. некоммерческая ассоциация UPA. В ее состав входят ведущие производители

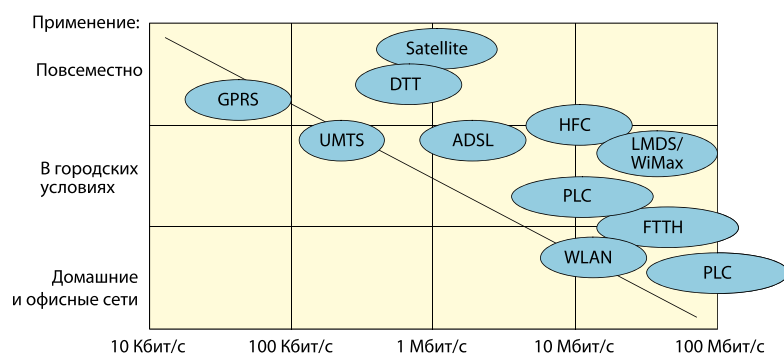


Рис. 1. Сравнительные характеристики высокоскоростных технологий передачи данных

электронного оборудования и исследовательские центры: Analog Devices, Ambient, Buffalo, Comtrend, Corinex, D-Link, NETGEAR, Korea Electrotechnology Research Institute, Toshiba и др. Цель ассоциация — разработка стандартов и нормативных документов, определяющих различные аспекты процесса передачи данных с целью ускорить развитие PLC-рынка и продвинуть системы передачи данных по электросетям на правительственном и корпоративном уровнях. UPA обеспечивает производителей сведениями об открытых стандартах. UPA инициировала диалог между другими альянсами и ассоциациями, поддерживающими разные стандарты, цель которого заключалась в продвижении идеи передачи данных по электросети. Как и в других альянсах, в ассоциации UPA установлено несколько уровней членства, отличающихся стоимостью годового участия и уровнем влияния на принятые спецификации.

Один из аспектов выполняемой UPA сертификации — совместная работа оборудования разных стандартов при использовании одной и той же физической среды передачи данных, т.е., к примеру, одновременное использование одной электросети для передачи потоков данных в соответствии со стандартами HomePlug и OPERA. Ассоциация UPA поддерживает основные спецификации, предложенные альянсом OPERA. Кроме того, на веб-сайте ассоциации можно ознакомиться с полным списком выпущенных спецификаций, среди которых: Digital Home Specification «DHS» for High-Speed Powerline networking (2006 г.), Smart Grid Market Requirements (2008 г.), Command & Control Market Requirements (2008 г.) [4].

Лидером в производстве и разработке электронных компонентов для оборудования, поддерживающего спецификации UPA, является компания DS2.

HD-PLC

Основателем альянса HD-PLC является японская корпорация Panasonic Corporation, участниками — ведущие электронные компании: AOpen, Advanced Communications Networks, Icron Technologies Corporation, I-O DATA DEVICE. В число участников также входят Analog Devices, APTEL, Audiovox Accessories Corporation, Buffalo, OKI, Kawasaki Microelectronics, OMURON NOHATA, Murata и др. [5]. Предложенная корпорацией Panasonic широкополосная технология HD-PLC предназначена для организации высокоскоростной передачи и приема данных по электросети и поддерживается альянсом CEPCA (Consumer Electronics Powerline Communication Alliance) [6]. Этот альянс был образован в 2005 г. влиятельными японскими корпорациями Panasonic, Sony, Toshiba, Mitsubishi, Sanyo и Yamaha. Одно из направлений деятельности CEPCA — объединение усилий по разработке технологии, совместимой с различными стандартами, что потенциально позволит объединить сети передачи мультимедийных данных в пределах квартиры или здания. Конкурентами технологии HD-PLC являются технологии, продвигаемые ассоциациями HomePlug и UPA. Отличительной особенностью технологии HD-PLC является предложенный способ синтеза OFDM-сигнала. В отличие от принятого, к примеру, в технологии HomePlug AV способа формирования OFDM-сигнала с помощью инверсного быстрого преобразования Фурье (FFT), в технологии HD-PLC авторы предложили использовать Wavelet-преобразования.

Wavelet OFDM — широкополосная технология передачи данных с использованием электросети, отличающаяся высокой частотной избирательной способностью (другими словами, спектральной эффективностью). В этой технологии для синтеза OFDM-сигнала используются Wavelet-преобразования. При этом теоретически достижимая скорость передачи данных составляет 210 Мбит/с [5]. Применение метода Wavelet OFDM позволяет минимизировать уровень боковых лепестков поднесущих и, как

HPLight ng
Мощные светодиоды

Neon
Электронные компоненты

- Мощность 4 Вт
Световой поток 300 лм
- Возможность установки вторичной оптики
- Корпуса 3x2, 4x4, 7x7, 9x9 мм
- Первичная стеклянная оптика с углами: 25, 45, 60, 110 и 120°
- Тепловое сопротивление 10 C/Вт и 8 C/Вт
- Диоды ИК и УФ спектра

Цена от 70 рублей

ТЕЛ./ФАКС: (812) 335-00-65,
(495) 725-26-79, (4732) 39-44-46
www.powerled.ru
www.e-neon.ru

следствие, улучшает параметры ортогональности как в частотной, так и во временной областях. По сравнению с методом FFT, OFDM-модуляция типа Wavelet OFDM отличается лучшими характеристиками фильтрации и обеспечивает более глубокую режекцию сигналов помех. А это, в свою очередь, позволяет легче приспосабливаться к изменяющимся условиям передачи и обеспечивает чрезвычайно высокую устойчивость к помехам и искажениям сигнала, вызванным многолучевой интерференцией, а также другими причинами. Возможность, по сути, программировать спектр генерируемого в линию сигнала позволяет не только избавиться от наводимых в линии помех, но и предотвращает нежелательные побочные электромагнитные излучения проводами линии, например в коротковолновом диапазоне радиоловительского вещания. Предложенные алгоритмы адаптации к условиям распространения сигнала в электросети, а также к наличию помех, позволяют исходя из соотношения сигнал/помеха выбрать оптимальную скорость передачи, чтобы обеспечить наивысшую достоверность принятых данных. На рисунке 2 приведены спектры OFDM-сигналов, полученные в результате FFT- и Wavelet-

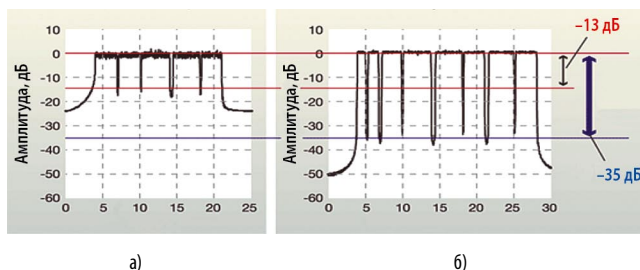


Рис. 2. Спектры OFDM-сигнала с использованием FFT-преобразования (а) и Wavelet-преобразования (б)

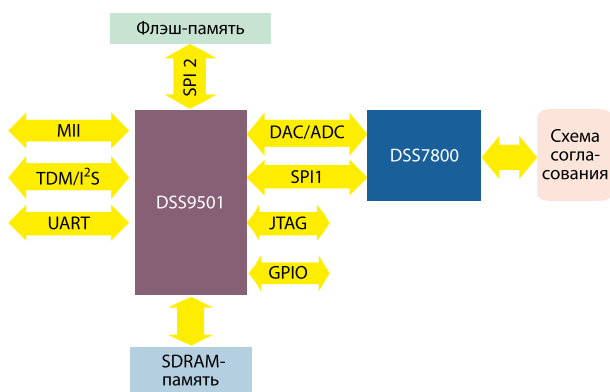


Рис. 3. Структурная схема подключения к электросети микросхем DSS9501 и DSS7700

преобразований [5]. Как видно из приведенного рисунка, при модуляции типа Wavelet OFDM, по сравнению с FFT OFDM, обеспечивается более глубокая частотная режекция.

Альянсы и стандарты

Спецификации, предлагаемые и продвигаемые различными альянсами и ассоциациями, нельзя считать полноценными стандартами в широком смысле. Разного рода альянсы — это всего лишь «клубы по интересам». При их создании, в конечном счете, преследуется коммерческая цель — захват рынка и продвижение оборудования, производимого на базе предлагаемых спецификаций. Как правило, основными участниками подобных союзов являются крупные производители интегральных микросхем, а в окружении находится свита, состоящая из производителей PLC-модемов и другого оборудования. Таким образом формируется «некоммерческая» организация, пропагандирующая и продвигающая «независимый от производителей» стандарт.

Американская компания Intellon имеет несколько могущественных союзников: Cisco, Intel, LG, Motorola, Texas Instruments. Именно они формируют ядро альянса Homeplug Powerline Alliance.

Компания DS2 отражает европейское направление в развитии PLC-технологии и поддерживается Европейским Союзом в рамках проекта OPERA. Более двух десятков компаний — партнеров DS2 — объединились в ассоциацию UPA, в состав которой входят Buffalo, Corinex, D-Link, Intersil, Netgear, Toshiba и другие компании.

Корпорация Panasonic в своих разработках придерживается спецификаций промышленного альянса SEPICA. На этот же стандарт ориентируются такие компании как Hitachi, Mitsubishi, Philips, Pioneer, Sanyo, Sony и др.

К числу влиятельных международных организаций по стандартизации, несомненно, относятся Институт инже-

неров по электротехнике и электронике (IEEE) и международный союз электросвязи и стандартизации (ITU). В состав этих организаций входят представители ведущих компаний многих стран мира.

ITU

В декабре 2008 г. институтом стандартизации ITU-T (международный союз электросвязи, секция телекоммуникаций) был принят международный стандарт на высокоскоростную передачу данных по линиям электросетей, телефонным и коаксиальным кабелям. Новый стандарт ITU-T (G.9960), называемый также G.hn, — это пакет спецификаций канального и физического уровней, который унифицирует принцип построения проводных домашних сетей.

В основе стандарта ITU-T (G.9960) лежит предложенная ассоциацией UPA широкополосная технология передачи данных по электросетям. В конце 2008 г. впервые появился международный стандарт, позволяющий в полной мере использовать потенциал проводных сетей. За обеспечением совместности всех сетей, созданных на базе G.hn, будет наблюдать некоммерческая организация Home Grid Forum (www.homegridforum.org/home), одним из основателей которой является компания DS2. Home Grid Forum создана для сертификации и продвижения стандарта G.9960 (G.hn), применение которого позволит объединять домашние сети, в которых в качестве физической среды передачи данных используются линии электросети, коаксиальный или телефонный кабель [7]. В конце 2008 г. компания DS2 объявила о намерении разработать микросхему PLC-модема, совместимую со спецификациями G.hn, UPA и OPERA.

IEEE P1901

В июле 2005 г. институт IEEE объявил о создании рабочей группы, которая будет заниматься подготовкой стан-

Таблица. 1. Основные параметры микросхемы DSS9501

Скорость передачи данных, Мбит/с	200
Вид модуляции	OFDM
Полоса частот, МГц	2...34
Динамический диапазон, дБ	85
Стандарт шифрования	AES (256 бит)
Интерфейс	Ethernet (MII), UART, SPI
Диапазон рабочих температур, °C	-40...85

дорта Broadband PowerLine. Объектом изучения были приняты конкурирующие и несовместимые между собой спецификации использования электросетей для высокоскоростной передачи данных. Спецификации были представлены альянсом HomePlug Powerline Alliance, корпорацией Panasonic и компанией DS2. После изучения вопроса на заседании рабочей группы IEEE P1901, состоявшемся в июле текущего года, был одобрен первый проект стандарта: IEEE P1901 Draft Standard for Broadband over Power Line Networks: Medium Access Control and Physical Layer Specifications [8—10]. Этот стандарт под названием IEEE P1901 был одобрен на собрании рабочей группы, проходившем в Токио 21—24 июля 2009 г. За принятие проекта проголосовало 82% присутствовавших.

В проекте стандарта предусматривается возможность использования на физическом уровне двух несовместимых между собой способов модуляции (FFT OFDM и Wavelet OFDM). Первый лежит в основе спецификаций, предложенных альянсом HomePlug (спецификации HomePlug AV), второй — HD-PLC. Более того, допускается возможность использования двух несовместимых между собой методов прямой коррекции ошибок (Forward Error Correction — FEC). Один из них базируется на сверточных турбокодах, во втором используются коды LDPC (Low-Density Parity-Check Codes — коды с малой плотностью проверок на четность) [8—10].

В настоящее время турбокоды применяются в системах спутниковой и мобильной связи, беспроводного широкополосного доступа и цифрового телевидения. Широкий класс турбокодов, запатентованных французской компанией France Telecom, в определенной мере ограничивает возможность их свободного распространения и, вместе с тем, стимулирует поиск и развитие новых методов помехоустойчивого кодирования, в т.ч. LDPC. В

проекте стандарта отсутствуют ссылки на использование технологии, предложенной компанией DS2, а принятые за основу два варианта PHY существенно различаются между собой. В результате оборудование с разными видами модуляции не сможет взаимодействовать в одной сети, хотя оно и будет соответствовать требованиям стандарта IEEE P1901 [8—10].

ПРОИЗВОДИТЕЛИ

Лидером в производстве и разработке электронных компонентов для PLC-оборудования в соответствии с продвигаемыми ассоциацией UPA спецификациями является испанская компания DS2 (www.ds2.es). Она производит функционально полный набор микросхем, позволяющих создавать оборудование для организации широкополосного доступа на базе PLC-технологии. Компания DS2 предлагает микросхемы PLC-модемов и приемопередатчиков — DSS9001/2/3, DSS9010, DSS9101, DSS9501, DSS7700/800 и др. В таблице 1 даны основные параметры микросхемы DSS9501, на рисунке 3 приведена структурная схема ее подключения к электросети.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На протяжении ряда последних лет разработками в области PLC-техноло-

гии занимались различные компании. Прорваться на рынок удалось всего трем технологиям. В настоящее время наибольшее распространение получили три пакета спецификаций: HomePlug, UPA и HD-PLC. Однако до сих пор не существует единого поддерживаемого всеми производителями стандарта. По сути, созданные для продвижения PLC-технологии ассоциации, альянсы и промышленные группы по вполне понятным противоречиям являются основным камнем преткновения для повсеместного внедрения технологии передачи данных по электросети. Битва стандартов продолжается...

В то же время, несмотря на отсутствие единого стандарта, благодаря многим преимуществам PLC-технологии перед другими проводными и беспроводными технологиями, она получает все большее распространение в мире. Подтверждением этому является тот факт, что в настоящее время в мире существует более 100 компаний, выпускающих активные и пассивные компоненты для PLC-сетей. В их число входят Ambient Corporation, Cisco Systems, Cogency, Corinex, DS2, Echelon, Elcon, Enikia, Ericsson, llevo, Intellon, Mitsubishi, Netgear, Northern Telecom, Philips, PowerNet и др. Возможно, уже в недалеком

будущем воплотится в реальность девиз «Интернет в каждой розетке». В заключение обзора существующих PLC-технологий еще раз отметим основные преимущества их использования во многих приложениях:

- высокая пропускная способность (до 200 Мбит/с);
- простота использования;
- доступность точек подключения;
- надежность;
- низкая стоимость.

Более полную информацию о возможностях и преимуществах PLC-технологии, а также о существующих стандартах можно найти в [1—10].

ЛИТЕРАТУРА

1. *White Paper: Comparison of Access Technologies//OPERA Consortium, 2009, www.ist-opera.org.*
2. *First Draft of the OPERA Specification Version 2//OPERA, June 2007//www.ist-opera.org.*
3. www.ist-opera.org.
4. www.upapl.org.
5. www.hd-plc.org.
6. www.cepca.org.
7. www.homegridforum.org/home.
8. <http://grouper.ieee.org/groups/1901>.
9. *How to Save the Home Networking Industry//EDN, January 11, 2009.*
10. *How to Kill the Home Networking Industry//EDN, May 19, 2008.*



Печатные платы, комплектация, монтаж



Стандартный срок изготовления - 2 недели



Единственный в России специализированный завод печатных плат "Электроконнект"

Оцените преимущества работы без посредников



СРОЧНЫЕ ПЛАТЫ

Любая партия от 2-х дней!






Москва
(495) 787-65-02

Санкт-Петербург
(812) 430-90-71

Екатеринбург
(343) 251-29-69

Ростов-на-Дону
(863) 262-70-53

Новосибирск
(383) 336-10-01

www.pselectro.ru