

OFDM-МОДЕМЫ ДЛЯ PLC-СВЯЗИ: СТАНДАРТЫ, ПРОИЗВОДИТЕЛИ, КОМПОНЕНТЫ

ВИКТОР ОХРИМЕНКО, технический консультант, НПФ VD MAIS

В статье дан обзор компаний-производителей компонентов для узкополосной технологии передачи данных по электросети, в которых используется модуляция с мультиплексированием и ортогональным частотным разделением каналов.

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение сложности и расширение функциональности автоматизированных систем типа AMR/AMI/AMM требует, соответственно, увеличения скорости передачи данных. В последние годы повышенный интерес и пристальное внимание вызывает PLC-технология с использованием модуляции OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing — мультиплексирования с ортогональным частотным разделением), использование которой позволяет существенно увеличить пропускную способность канала связи [1—9].

ADD

Испанская компания Advanced Digital Design S.A. (ADD) со штаб-квартирой в Сарагосе — один из ведущих разработчиков IP-ядер, заказных микросхем (ASIC) и систем на кристалле для применения в PLC-модемах. Компания ADD предлагает для использования в автоматизированных системах управления/контроля AMM (Automated Meter Management) и системах удаленного считывания показаний датчиков типа AMR (Automatic Meter Reading) ряд законченных решений для создания интеллектуальных узлов сети. Среди них системы на кристалле ADD1000B (с поддержкой протокола KNX), ADD1010 (IEC61334-5-2, IEC61334-5-1, IEC61334-4-32, EHS, KNX) и ADD1020/21 (PRIME).

PLC-модем ADD1021 содержит:

- усовершенствованный микроконтроллер 8051 (IP-ядро ADD8051C3A);
- контроллер MAC-уровня (IP-ядро ADD1221);
- контроллер PHY-уровня (IP-ядро ADD1321).

Структурная схема системы на кристалле ADD1021 приведена на рисунке 1 [1]. Для передачи данных в модеме используется OFDM-модуляция в соответствии с требованиями PRIME-спецификаций. Скорость передачи данных — 20...128 Кбит/с; частота поднесу-

щих находится в диапазоне 42...88 кГц; вид модуляции поднесущих — DBPSK, DQPSK или D8PSK. Для шифрования данных (AES 128) на MAC-уровне в IP-ядре ADD1221 реализован аппаратный ускоритель. Напряжение питания микросхемы 3,3 В.

В мае 2009 г. компании Fujitsu Microelectronics Europe GmbH (FME) и Advanced Digital Design S.A. подписали меморандум о совместной разработке и производстве компонентов для PLC-модемов, соответствующих спецификациям PRIME-OFDM. Серийный выпуск микросхем на базе разработанных компанией ADD IP-ядер планируется освоить в первой половине 2010 г. Новые PLC-модемы ориентированы на использование в автоматизированных системах управления/контроля энергопотребления.

iAd

Компания iAd GmbH, основная сфера деятельности которой — исследования и разработка в области телекоммуникаций — уже на протяжении 15 лет занимается разработкой PLC-модемов. В ее первых модемах для передачи данных была использована частотная манипуляция (FSK). Столкнувшись со множеством проблем при реализации систем

на базе этого вида модуляции, специалисты компании начали разработку модемов с использованием модуляции OFDM. В результате первая микросхема PLC-контроллера была изготовлена в середине 1990-х гг. С 2000 г. началось коммерческое использование для узкополосной передачи данных по электросетям контроллеров PLC-OFDM. В 2005—2006 гг. микросхемы DLC-2C/CA использовались в устройствах автоматизированных систем считывания показаний счетчиков, развернутых для тестирования в Португалии и Болгарии согласно проекту REMPLI (Real-time Energy Management via Powerlines and Internet).

В настоящее время компания iAd GmbH предлагает два набора микросхем для PLC-приложений: DLC-2B/BA и DLC-2C/CA (см. табл. 1) [2, 3]. Микросхемы предназначены для передачи данных по электросетям высокого, среднего и низкого напряжения в диапазоне частот 9...450 кГц. Значения частот поднесущих и их число выбираются на программном уровне. Скорость передачи данных — 9,6...576 Кбит/с. В полосе CENELEC максимальная скорость передачи — 288 Кбит/с. В каждом из наборов микросхем имеется аналоговая (к примеру, DLC-2BA) и цифровая

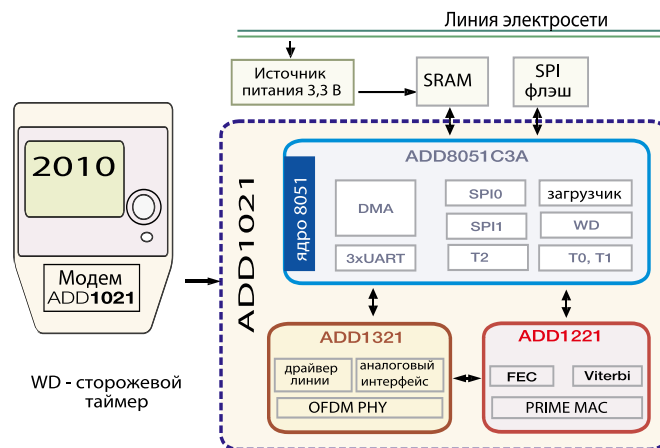


Рис. 1. Структурная схема ИС ADD1021

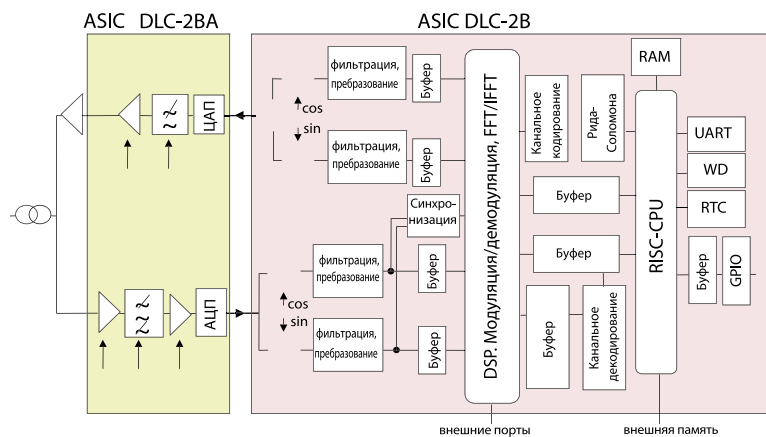


Рис. 2. Структурная схема DLC-2B/BA

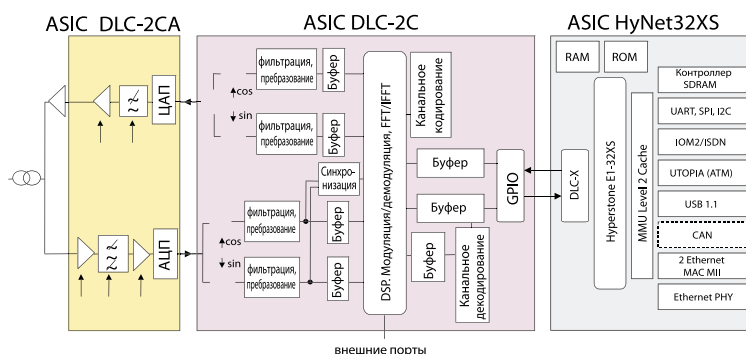


Рис. 3. Структурная схема DLC-2C/CA

ИС (DLC-2B). Структурная схема DLC-2B/BA приведена на рисунке 2, структурная схема DLC-2C/CA — на рисунке 3. В цифровой ИС DLC-2C реализован интерфейс для подключения к мощному микроконтроллеру HyNet32XS, созданному на базе 32-разрядного процессорного DSP/RISC-ядра Hyperstone E1-32XS. Микроконтроллер HyNet32XS имеет большой набор встроенных интерфейсов для связи с «внешним миром»: MAC Ethernet (10/100 Мбит/с), CAN 2.0, USB 1.1, UART, IrDA, I2C, ISDN,

SDRAM и другие. В цифровой ИС DLC-2B реализована возможность подключения к внешним устройствам, имеющим интерфейс UART, SPI, CAN.

В марте 2009 г. компании Freescale Semiconductor (один из лидеров в производстве интегральных микросхем), а также компании arivus GmbH и iAd GmbH объявили об объединении усилий по разработке и производству интегральных микросхем PLC-модемов следующего поколения с использованием OFDM-модуляции. Новые

PLC-модемы будут ориентированы на применение в автоматизированных системах управления/контроля энергопотребления.

MAXIM INTEGRATED PRODUCTS

MAX2990 — однокристалльный PLC-модем для узкополосной передачи данных по электросетям, обеспечивающий максимальную скорость передачи до 100 Кбит/с в полосе 10...490 кГц и 32 Кбит/с в полосе 10...95 кГц [5—7]. На физическом уровне в модеме используется OFDM-модуляция. PLC-модем MAX2990 соответствует требованиям стандартов FCC, CENELEC, ARIB и ориентирован на использование в системах автоматического считывания показаний счетчиков, управления уличным освещением, системах вентиляции и кондиционирования, устройствах автоматизации зданий и т.д. Протоколы передачи данных, реализованные в PLC-модеме MAX2990, выполнены в соответствии со спецификациями PLC G3 Physical Layer Specification (в дальнейшем G3-PLC) [5], которые были разработаны при участии специалистов трех компаний — Maxim Integrated Products, Sagem Communication и ERDF (Electricité Réseau Distribution France). Компания ERDF, в которой работает почти 36 тыс. сотрудников, является дочерней компанией крупнейшего французского энергетического концерна EdF (Electricité de France). Энергосети этой компании охватывают более чем 95% территории французских городов. Компания обслуживает примерно 1 млн 260 тыс. км линий электропередач и почти 33 млн энергопотребителей. Открытые спецификации G3-PLC ориентированы на использование в разветвленных интеллектуальных сетях (smart grids) учета расхода электроэнергии.

В PLC-модеме MAX2990 реализовано двухуровневое FEC-кодирование с использованием кода Рида-Соломона и сверточных кодов, а также шифрование данных с использованием стандарта AES-128. На MAC-уровне, выполненном в соответствии с рекомендациями стандарта IEEE 802.15.4, поддерживается протокол CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance — множественный доступ с контролем несущей и предотвращением коллизий) и процедура повторного запроса в автоматическом режиме (Automatic Repeat Request, ARQ). На физическом уровне для модуляции поднесущих применяется модуляция вида BPSK (Binary Phase Shift Key).

В процессе тестирования системы и устройств, построенных на базе спецификаций G3-PLC, специалисты компании ERDF провели сравнитель-

Таблица 1. Основные параметры ИС DLC-2B/BA и DLC-2C/CA

Наименование	Набор микросхем	
	DLC-2B/BA	DLC-2C/CA
Стандарты	EN 50065(CENELEC), IEC 61000-3, FCC part 15 subpart B	
Вид модуляции	OFDM	
Диапазон частот, кГц	9...450	
Скорость передачи данных, Кбит/с	9,6...576	
Тип процессора (тактовая частота, МГц)	8-бит CPU-RISC (44-88)	—
	16-бит DSP (44-88)	
Объем SRAM-памяти (тип процессора), Кбайт	128 (CPU), 77 (DSP)	84 (DSP)
Периферийные устройства	Контроллер прерываний, менеджер электропитания	
	UART, DMA, сторожевой таймер, таймер реального времени	—
Виды обработки данных	Кодирование/декодирование (сверточное, 32-CRC, Рида-Соломона), цифровая фильтрация, синхронизация, автоматическая регулировка усиления (APV)	
Аппаратный ускоритель	CRC, Рида-Соломона	—
Интерфейс	RS-232, SRAM, GPIO	GPIO, HyNet32XS
Напряжение питания, В	1,8/3,3	
Тип ИС, число выводов и тип корпуса (размеры, мм)	DLC-2B, BGA-256 (17×17×1,8); DLC-2BA, QFP-64 (13×13×1,2)	DLC-2C, QFP-144 (20×20); DLC-2CA, QFP-64 (13×13)

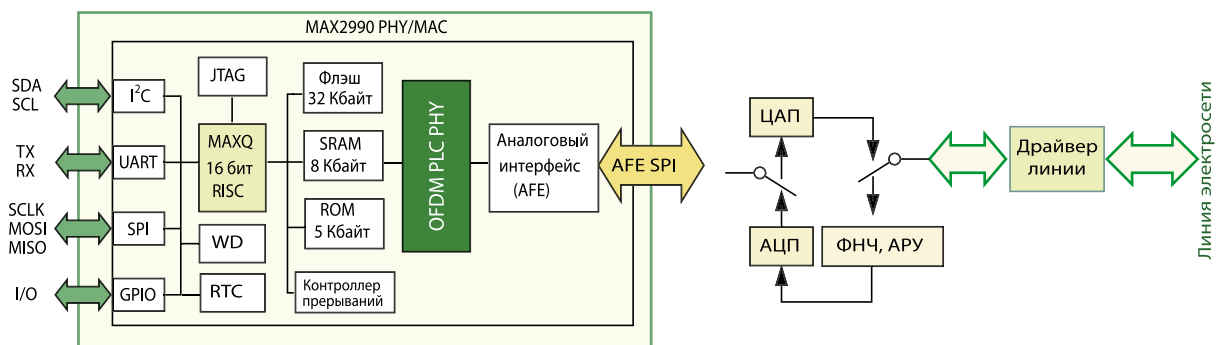


Рис. 4. Структурная схема PLC-модема MAX2990

ную оценку параметров передачи данных при использовании технологии с модуляцией типа S-FSK и OFDM. Результаты тестирования даны в таблице 2 [6].

При оценке качества передачи данных немаловажное значение имеет такой параметр как интенсивность появления ошибочных бит (Bit Error Rate, BER), который, как правило, измеряется при определенном соотношении сигнал/помеха. В то время как в FSK-системах при отношении сигнал/помеха SNR = 12 дБ и скорости передачи 2 Кбит/с частота появления ошибочных битов составляет примерно 0,0001 (один неправильно принятый бит на 10 тыс. переданных), PLC-модем MAX2990 обеспечивает этот уровень BER при SNR = 4 дБ и скорости 32 Кбит/с [6]. Кроме того, для повышения надежности передачи данных в PLC-модеме MAX2990 предусмотрена возможность автоматического переключения на режим пониженной скорости передачи при снижении уровня входного сигнала ниже определенного порога, что позволяет выиграть еще 5 дБ в соотношении сигнал/помеха при тех же значениях BER.

PLC-модем MAX2990 содержит:

- 16-разрядное процессорное RISC-ядро MAXQ;
- флэш-память объемом 32 Кбайт;
- ROM-память — 5,12 Кбайт;
- SRAM-память — 8 Кбайт;
- периферийные контроллеры UART, SPI, I2C, GPIO;
- таймеры общего назначения;
- таймер реального времени;
- контроллер прерываний;
- контроллер физического уровня (PHY).

Структурная схема модема MAX2990 приведена на рисунке 4 [7]. Микросхема MAX2990 изготавливается в корпусе 64-LQFP и предназначена для работы в диапазоне температур –40...85°C.

STMicroelectronics

Компания STMicroelectronics — один из пионеров PLC-рынка — еще

в начале 1990-х гг. освоила производство ИС для передачи данных по электросетям. В первых микросхемах ST7537/ST7538, а затем и ST7540, ориентированных на использование в PLC-сетях с узкополосной передачей данных, для кодирования использовалась частотная манипуляция (FSK), а скорость передачи данных составляла 300...4800 бит/с. В настоящее время микросхемы ST7538/7540 используются во многих электросчетчиках, выпускаемых по всему миру, а также системах удаленного считывания типа AMR. Эти микросхемы нашли применение, например, в итальянских системах Enel Telegestore и ACEA, системе удаленного считывания, развернутой в компании China National Petroleum (Китай), а также в других интеллектуальных системах типа AMR, разработанных по всему миру, в т.ч. в Южной Америке и Африке [8]. Вместе с тем, на смену проверенным на практике недорогим решениям в последнее время приходят новые устройства и технологии, обеспечивающие высокоскоростную и надежную передачу данных. Применение усовершенствованных технологий, основанных на открытых спецификациях, позволяет реализовать сетевой сервис на более высоком уровне.

Постепенное вытеснение с рынка устаревающих PLC-технологий происходит, возможно, и не столь быстро, но достаточно уверенно. Для того чтобы обеспечить быстрее продвижение на PLC-рынок новых решений и долгий

срок службы, а также возможность их успешного применения во вновь разворачиваемых интеллектуальных сетях, они должны отличаться гибкостью и универсальностью. С учетом разнообразия видов используемой модуляции и неопределенности с принятием единого стандарта архитектура вновь создаваемых модемов должна легко адаптироваться как к требованиям существующих стандартов, так и новоиспеченных PLC-спецификаций. Отчетливо понимая это, компания STMicroelectronics предприняла попытку разработать универсальную платформу для реализации семейства ИС PLC-модемов, предназначенных для использования как в уже существующих и реконструируемых, так и во вновь разворачиваемых сетях.

В сентябре 2009 г. компания представила три ИС (ST7570/80/90), созданные на базе единой аппаратной платформы STarGRID™. В настоящее время в существующих сетях типа AMR/AMI/AMM используется несколько типов ИС PLC-модемов, в которых поддерживается только один из стандартизированных видов модуляции и один из существующих протоколов передачи данных, что, безусловно, снижает их стоимость и делает их коммерчески привлекательными. В более универсальных и, соответственно, более дорогих решениях в качестве вычислительного ядра используется DSP-процессор и дополнительные компоненты для реализации аналогового интерфейса и драйверов линии, что

Таблица 2. Сравнительные параметры систем с модуляцией типа S-FSK и OFDM

Технология	Ведущий → Ведомый		Ведомый → Ведущий	
	Скорость передачи, бит/с	Частота появления ошибочных кадров (FER), %	Скорость передачи, бит/с	Частота появления ошибочных кадров (FER), %
Электрوليнии низкого напряжения				
S-FSK	880	0	880	0
G3-PLC	5700	0	6300	0
Электрوليнии среднего и низкого напряжения				
S-FSK	763	12	763	12
G3-PLC	4175	1	2425	12
Электрوليнии среднего напряжения (протяженность 6,4 км, без использования ретрансляторов)				
S-FSK	880	0	880	0
G3-PLC	6092	0	3349	0

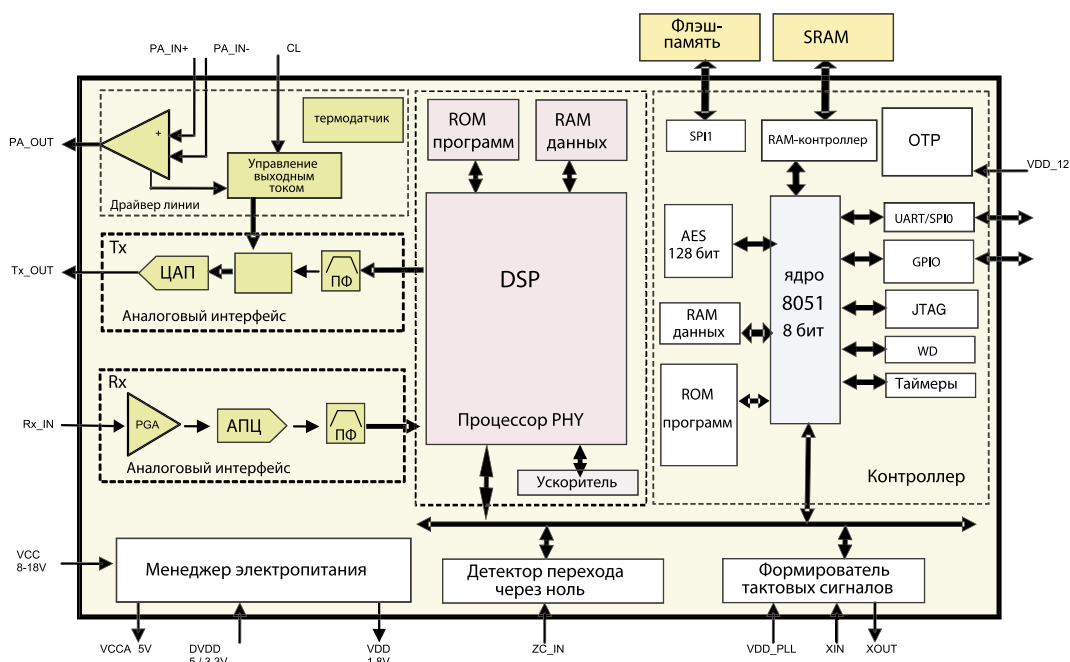


Рис. 5. Структурная схема модемов семейства STarGRID

увеличивает и потребляемую мощность.

В PLC-системе на кристалле STarGRID содержится вычислительное ядро 8051, предназначенное для реализации стека протоколов передачи данных, и DSP-ядро, используемое в процессе модуляции сигнала в соответствии с требованиями спецификаций физического уровня (по сути, для поддержки разных видов модуляции). Кроме того, на кристалле имеются аналоговый интерфейс (AFE), фильтры и драйверы линии, реализованные с помощью усовершенствованной интегральной технологии.

Ядром собственно PLC-модема является DSP-процессор. В его программной памяти типа ROM хранятся коды программ для разных видов модуляции, предусмотренных существующими спецификациями физического уровня, а также цифровой фильтрации. В случае применения высокоскоростных видов модуляции (OFDM) используется аппаратный ускоритель.

Для реализации стека протоколов используется стандартное процессорное ядро 8051 совместно со встроенной памятью программ и данных типа ROM и RAM. Кроме того, предусмотрена возможность подключения внешней флэш-памяти для хранения программного кода как пользовательских приложений, так и кода протоколов передачи данных в случае их модификации с течением времени или в процессе эксплуатации.

Связь с хост-процессором осуществляется через интерфейс UART или SPI. Для ядра 8051 доступен также интерфейс I2C и порты ввода/вывода (GPIO).

В модуле аналогового интерфейса содержится малошумящий усилитель

с программируемым коэффициентом усиления, система автоматической регулировки усиления (APU), сигма-дельта ЦАП и ЦАП с программируемым усилением и улучшенной передаточной характеристикой.

Кроме того, в ИС семейства STarGRID имеется встроенный высококачественный выходной усилитель мощности с линейной передаточной характеристикой, разработанный по специальной технологии, что позволило уменьшить его размеры на кристалле. Наличие встроенных усилителя и программируемых фильтров позволяет уменьшить размеры модемного модуля за счет отказа от внешних катушек индуктивности и конденсаторов. Максимальный выходной ток усилителя мощности составляет 1 А, выходное напряжение — 14 В (от пика до пика), что обеспечивает его надежную работу при изменении сопротивления нагрузки линии. ИС семейства STarGRID соответствуют жестким ограничениям, регламентированному набором стандартов CENELEC. В этих стандартах оговариваются не только уровень паразитных кондуктивных помех (EN50065-1), но и допустимые изменения сопротивления нагрузки (EN50065-7) и требования по устойчивости к воздействию кондуктивных помех в линии (EN50065-2-1).

Встроенный температурный датчик и система контроля/управления выходным током драйвера обеспечивают надежную работу усилителя мощности в пределах максимально допустимых параметров.

Наличие аппаратного ускорителя для шифрования данных (AES 128), возможность оценки качества кана-

ла связи в соответствии с измеренным соотношением сигнал/помеха и сопротивлением линии увеличивают производительность и надежность систем, построенных на базе ИС STarGRID.

Новые микросхемы PLC-модемов предназначены для передачи данных по электрическим сетям низкого напряжения и соответствуют требованиям стандартов EN50065 (CENELEC) и FCC part 15. Реализованные в этих микросхемах протоколы передачи данных совместимы со спецификациями IEC61334-5-1, PRIME, SITRED и др. Микросхемы изготовлены с использованием технологии 0,18 мкм. Основные параметры PLC-модемов семейства ST75xx даны в таблице 3, структурная схема приведена на рисунке 5.

В ИС ST7580 реализованы следующие виды модуляции: BPSK, QPSK или 8PSK (28,8 Кбит/с), а, кроме того, стандартная и широко применяемая на практике модуляция типа BFSK, что делает их совместимыми с выпущенными ранее микросхемами ST7538/40. Модемы семейства ST7580 были выбраны компанией Enel для применения в устройствах сети, разворачиваемой компанией Endessa. Согласно этому проекту, до 2016 г. в Испании предполагается установить примерно 13 млн интеллектуальных электронных электросчетчиков. В системе будет использован стек PLC-протоколов, предложенных специалистами компании Enel и получивших название SITRED. Спецификации SITRED, подтвердившие надежную работу в сети с почти 50 млн счетчиков, открыты и ими могут воспользоваться все заинтересованные компании.

В PLC-модеме ST7590 высокая скорость передачи данных (до 128 Кбит/с) обеспечивается с помощью метода OFDM-модуляции в соответствии со спецификациями PRIME. В модеме ST7590, кроме того, реализована возможность обмена данными с внешней памятью типа SRAM.

ADD GRUP

Основанная в 1992 г. компания ADD GRUP (www.addgrup.com) со штаб-квартирой в Кишиневе (Молдова) специализируется на разработке устройств и программного обеспечения для систем АСКУЭ. В 2008 г. ADD GRUP начала разработку модуля PLC-модема ADDM-7LM с использованием S-FSK и OFDM-модуляции [9]. Модем, структурная схема которого приведена на рисунке 6, обеспечивает скорость передачи данных до 76,8 Кбит/с при использовании однофазной сети и до 230 Кбит/с — трехфазной. В модеме предусмотрена возможность использования S-FSK или OFDM-модуляции в полосе частот 18...90 кГц (CENELEC A). Количество поднесущих — 12–48, разнос частот — 1500 Гц, вид модуляции поднесущих — DPSK, D4PSK, D8PSK, D16PSK. Модем соответствует требованиям стандартов EN 50065 (CENELEC) и IEC 61000-3. На канальном уровне реализован протокол IEEE 802.2 типа 1. В качестве вычислительного ядра в модеме используется 32-разрядный сигнальный процессор TMS320F28xx. Габаритные размеры модуля: 46×22×13 мм. PLC-модем ADDM-7LM предназначен для использования в приборах и устройствах автоматизированных сетей типа AMM/AMR.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В январе 2008 г. Европейская Комиссия (исполнительный орган Европейского Союза) внесла предложение сократить к 2020 г. на 20% выбросы газов в атмосферу, на 20% увеличить производство электроэнергии из нетрадиционных возобновляемых источников энергии и на 20% увеличить эффективность ее использования. Поскольку существующая инфраструктура европейских энергосетей не в состоянии обеспечить выполнение этой директивы, в Европе грядет одна из крупнейших реконструкций инфраструктуры электросетей в ее истории. По оценкам международного энергетического агентства, Европейский Союз будет вынужден инвестировать более чем 500 млрд евро в реконструкцию существующей инфраструктуры к 2030 г.

Развертывание интеллектуальных сетей управления/контроля позволит преодолеть многие из существующих проблем и реализовать принципиально новые подходы дистанционного рас-

пределения энергопотребления. Энергогенерирующие компании смогут в режиме реального времени контролировать уровень потребления, вводить «плавающие» тарифы, ограничивать потребление электричества для сглаживания пиковых нагрузок и т.д. В свою очередь, потребители также всегда смогут самостоятельно в реальном времени контролировать уровень энергопотребления и пользоваться льготными тарифами. Хотелось бы надеяться, что, в конечном счете, применение интеллектуальных методов управления/контроля уровня энергопотребления сведет к минимуму пагубное воздействие на окружающую среду. Вместо строительства новых электростанций операторы смогут оптимизировать использование уже существующих энергоресурсов.

Вполне естественно, что внедрение интеллектуальных разветвленных сетей типа AMR/AMI/AMM стимулирует интенсивное развитие технологии передачи данных по электросетям.

Более полную информацию об узкополосной PLC-технологии, существующих стандартах и PLC-модемах можно найти в [1–9].

ЛИТЕРАТУРА

1. ADD1021 PRIME Alliance Compliant MODEM. — ADD (www.addsemi.com).
2. DLC-2B/BA Low Cost Narrow Band Communication Controller MCM (Multi Carrier Modulation) and Power Line Chipset. — iAd (www.iad-de.com).
3. DLC-2C/CA High Performance Narrow Band Communication Controller MCM (Multi Carrier Modulation) and Power Line Chipset. — iAd (www.iad-de.com).

Таблица 3. Основные параметры PLC-модемов семейства ST75xx

Наименование	ST7570	ST7580	ST7590
Стандарты	EN50065 (CENELEC), FCC part 15		
Максимальная скорость передачи данных (вид модуляции), Кбит/с	2400	9,6 (BFSK), 28,8 (BPSK, QPSK, 8PSK)	128
Модуляция	S-FSK	BFSK, BPSK, QPSK, 8PSK	OFDM (97 поднесущих, BPSK, QPSK, 8PSK)
Аппаратный ускоритель	AES (128-бит)		
Процессорное ядро	DSP + 8051		
Встроенный протокол	IEC 61334-5-1 (PHY, MAC), IEC 61334-4-32 LLC	ST DLL	PRIME (PHY, MAC, CS), IEC 61334-4-32 LLC
Интерфейсы	UART/SPI	UART/SPI/I2C	UART/SPI/I2C/SRAM
АЦП/ЦАП	+		
Диапазон рабочих температур, °C	–40...85		
Число выводов и тип корпуса (размеры, мм)	QFN-48 (7×7)		QFN-48 (7×7), TQFP-100 (14×14)




- Рубидиевые стандарты частоты, в т. ч. синхронизированные по сигналам навигационных систем
- Новый рубидиевый стандарт частоты RubiGal (Rubidium Galileo) для глобальной системы спутниковой навигации (GNSS)

Официальный представитель



УНИКАЛЬНЫЕ
РАДИОКОМПОНЕНТЫ
ВЕДУЩИХ ФИРМ МИРА
РАДИОКОМП®

111024, Москва
Авиамоторная ул., д. 8
Телефон: (495) 957-77-45,
(495) 361-09-04
Факс: (495) 925-10-64
sales@radiocomp.net
www.radiocomp.net

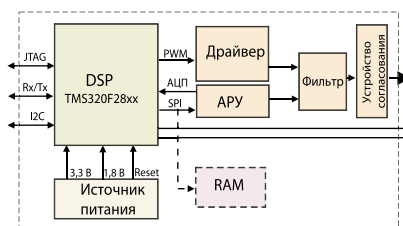


Рис. 6. Структурная схема PLC-модуля ADDM-7LM

4. OFDM-Based High-Speed Narrowband PLC Approved for Smart Metering and Smart Grids. — arivus-iAd, 2009 (www.arivus.eu).
5. PLC G3 Physical Layer Specification (www.erdfdistribution.fr).
6. By Michael David. Recent Advancements in Power Line Communications make it an Ideal Technology Platform for the Smart Grid. — Metering International, Issue 4 2009.
7. 10 kHz to 490 kHz OFDM-Based Power Line Communication Modem. Abridged data sheet. — Maxim Integrated Products, 2008 (www.maxim-ic.com).
8. By Alessandro Moscatelli and Domenico Arrigo. STarGRID™ is the new Flexible PLC System-on-Chip Platform for Smart Grids. — Metering International, Issue 4, 2009.
9. OFDM the 3 generation of narrowband Power Line Communications. 4Annual European Utilities Intelligent Metering. — Barcelona, May 2008.