

Технология SDR:

опыт проектирования универсальной платформы

Александр Кондратьев

Сейчас состояние технологии SDR во многом отличается от того, каким оно было в 1984 г., когда термин software radio был придуман в лаборатории E-Systems. Еще недавно эта технология была уделом энтузиастов и военных, а сегодня SDR является одним из приоритетных направлений развития беспроводных средств связи и поддерживается международными и национальными программами и сообществами: Wireless Innovation Forum, French CONTACT Programme, Italy's Forza NEC Battlefield Command System, ESSOR, EULER, U.S. military's Joint Tactical Radio System (JTRS). Многие специалисты уверены, что эта технология станет новым стандартом для рынка связи. Уже сейчас в мире реализован ряд успешных коммерческих проектов, в которых используется оборудование на базе технологии SDR и когнитивного радио. В качестве примеров можно привести проекты таких компаний, как производители коммуникационного оборудования Harris и Alcatel Lucent, разработчик и интегратор оборудования mesh-сетей Firetide, xG Technology (успешный стартап по внедрению когнитивного радио в беспроводных сетях), разработчик универсальной SDR-платформы компания Promwad (независимый дизайнер электроники).

Такой быстрый рывок объясняется несколькими причинами. В первую очередь это заинтересованность со стороны крупных производителей и потребителей телекоммуникационного оборудования, так как внедрение устройств с поддержкой технологии SDR позволяет повысить эффективность, сократить затраты на модернизацию, а также снизить стоимость и сроки внедрения новых стандартов связи. Еще одна причина — развитие

современной элементной базы: ЦАП/АЦП, обеспечивающих высокую скорость и хорошие динамические характеристики; мультистандартных широкодиапазонных трансиверов с программируемыми характеристиками; высокопроизводительных коммуникационных процессоров со встроенными специализированными акселераторами и др.

К сожалению, российский рынок продуктов на базе SDR закрыт в силу своей специфики, инженеры и другие специалисты испытывают сложности с поиском новой информации на эту тему, поэтому данные о новых разработках представляют особый интерес. Интересен опыт специалистов инновационной компании Promwad, которые в 2011 г. приступили к проектированию, пожалуй, уникального для российского рынка продукта — открытой SDR-платформы для разработки мультистандартных беспроводных средств связи (рис. 1). О нем и пойдет речь в статье.

Чем же этот продукт уникален? Прежде всего, открытостью для разработчиков. Это платформа, на которой компании могут строить свои продукты, используя при этом как программное обеспечение из комплекта поставки, так и собственные разработки. На базе платформы могут быть разработаны передатчики стандартов DVB-T, DVB-T2 (470–862 МГц); точки доступа и базовые станции стандартов 802.22 (470–862 МГц), LTE (791–862 МГц, 1710–1880 МГц и 2,5–2,7 ГГц); радиолокационные станции, отладочные и лабораторные стенды в учебных заведениях и многое другое.

С точки зрения разработчика, современная SDR-платформа представляет собой полностью конфигурируемую систему, состоящую из антенны, блока цифровой обработки с минимальным количеством аналоговых высокочастотных элементов, низким энергопотреблением и, в идеале, неограниченным частотным диапазоном. Такое архитектурное решение позволяет разработчику адаптировать и настраивать устройство в соответствии с решаемой задачей, исключая лишние и добавляя нужные элементы. При этом вся работа будет сосредоточена на доработке программного обеспечения, аппаратная часть останется неизменной.

С точки зрения потребителя, SDR-платформа — это мультистандартное устройство, которое способно работать в любой сети с минимальными настройками, без участия пользователя. На пересечении интересов разработчика и потребителя находится мультистандартное устройство, которое работает в различных сетях связи и позволяет



Рис. 1. Плата универсальной SDR-платформы компании Promwad

программным способом изменять различные характеристики, начиная с радиочастотных параметров и заканчивая поддерживаемыми стандартами и протоколами связи.

При создании устройства, которое будет соответствовать всем указанным критериям, разработчикам Protonwad пришлось решить серьезный вопрос — найти баланс между производительностью и стоимостью платформы. Дело в том, что выбранный функционал и задачи устройства задавали высокую планку требований к ресурсам. В данном случае ресурсы системы оценивались исходя из необходимости реализации методов цифровой обработки сигналов: прямого и обратного преобразования Фурье, кодов Ридера-Соломона, LDPC, преобразований Витерби, линейного предсказания и др., а также программного обеспечения поддержки различных стандартов. Поэтому процесс анализа и выбора элементной базы шел одновременно с проработкой архитектуры устройства.

В качестве базовой модели рассматривалась классическая архитектура SDR-устройства, включающая в себя приемопередатчик, формирующий на выходе сигналы I/Q, а также блок цифровой обработки. Требования к радиочастотному тракту формировались на основании анализа существующих стандартов связи, цифрового телевидения и радиочастотной идентификации. В ходе работы сознательно не была реализована аппаратная поддержка стандарта 802.11, так как с коммерческой точки зрения его реализация на платформе не имеет смысла. Кроме того, одним из важных параметров смещения диапазона частот в более низкую область является лучшее распространение сигналов в условиях городской застройки и большая дальность, по сравнению с высокочастотными сигналами. На рис. 2 показана зависимость затухания сигнала от его дальности для диапазона частот от 300 МГц (вверху) до 3000 МГц с шагом 100 МГц, на которой видно, что разница в затухании сигнала на расстоянии 2000 м составляет около 40 дБ для частот 300 и 3000 МГц.

Исходя из требуемой полосы пропускания был сделан выбор двухканального АЦП компании Texas Instruments (14 бит, 250 MSPS), который отличается хорошими динамическими характеристиками, высокой скоростью и низким потреблением. Обратные преобразования выполняются ЦАП DAC3283 (2 канала, 16 бит, 800 MSPS). Функции первичной обработки сигнала, а также управления радиочастотными параметрами приемопередающего тракта выполняются на FPGA. Также после анализа распределения ресурсов в системе на FPGA были перенесены задачи уровня PHY, в соответствии с моделью OSI.

Для решения задач поддержки MAC-уровня стеков различных протоколов связи, а также поддержки периферийного оборудования и формирования транспортных потоков анализировалось применение как процессора GPP (ARM+DSP), так и высокопроизводительного DSP-процессора. Помимо процессоров компании TI также рассматривались специализированные решения Freescale. В итоге выбор был сделан в пользу четырехъядерного DSP-процессора TMS320C6674 с частотой каждого ядра до 1,25 ГГц,

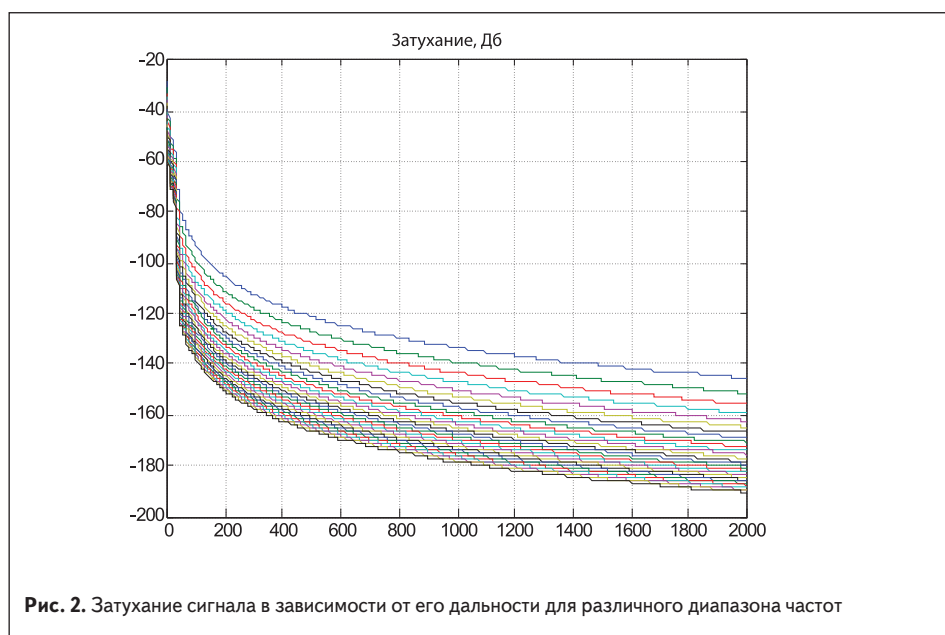


Рис. 2. Затухание сигнала в зависимости от его дальности для различного диапазона частот

что было обусловлено прекрасными характеристиками процессора, а также хорошим уровнем технического сопровождения со стороны компании-разработчика. Следует отметить, что процессор TMS320C6674 обеспечивает поддержку высокоскоростного интерфейса SRIO, который позволяет оптимально решить проблему межплатного соединения и интеграции с FPGA, а также Secure Accelerator Engine, входящий в KeyStone-архитектуру процессора, на котором можно реализовать надежное закрытие канала связи, что крайне важно при передаче конфиденциальной информации по беспроводным сетям (а это практически вся информация, которая прямо или косвенно затрагивает любые аспекты нашей жизни).

SDR-платформа уже сейчас находит свое применение во многих отраслях. MESH, SMARTGRID, SMART ANTENNA, MIMO, RFID, WRAN, DVB, DRM, LTE — вот краткий перечень направлений, где эта технология

уже сейчас успешно внедряется. Платформа, разработанная в компании Protonwad, также сможет найти свое применение, так как она позволит успешно решить главные вопросы, возникающие при модернизации оборудования: сроки, стоимость и риски. И если раньше создание и производство продуктов такого класса с нуля занимало от двух до трех лет, сейчас проектирование нового устройства на базе SDR-платформы может занять от шести месяцев до года. ■

Литература

1. Lou Frenzel. SDR And CR Boost Wireless Communications. www.electronicdesign.com
2. Software Defined Radio (SDR). www.govcomm.harris.com/SDR/
3. Новый радиомодуль Alcatel-Lucent позволит мобильным операторам поддерживать любые комбинации услуг 2G, 3G и 4G/LTE в единой сети. 12.02.10. www.cnews.ru