

КОМПАНИЯ INFINEON TECHNOLOGIES ОТ СЕНСОРОВ ДО РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОПОРНЫХ СЕТЕЙ В E- И V-ДИАПАЗОНАХ

И.Шахнович

Развитие современных технологий беспроводного доступа – и LTE, и технологий 5G – неразрывно связано с освоением миллиметрового диапазона длин волн. В первую очередь – для организации беспроводных каналов опорной сети для базовых станций (в том числе микросот). Прежде всего, речь идет о V-диапазоне (57–64 ГГц) и E-диапазоне (71–76, 81–86 ГГц). Не менее важен миллиметровый диапазон и для многих других приложений – например, для автомобильных радаров. Одним из лидеров в этом направлении выступает компания Infineon Technologies. На выставке Mobile World Congress 2016 она представила ряд новых решений – как для беспроводных систем, так и для глобальной экосистемы 5G в целом. Об этих продуктах, в том числе о последней версии чипсета и средств разработки для построения каналов связи V- и E-диапазонов, нам рассказал д-р Хайнрик Хайсс (Heinrich Heiss), технический директор по маркетингу и прикладным разработкам подразделения РЧ-систем и сенсоров (RFS) компании Infineon Technologies.

Infineon Technologies – одна из немногих полупроводниковых компаний в мире, которая обладает широчайшим спектром продуктов, особенно в области СВЧ- и силовой электроники. В частности, мы создаем множество решений для зарядных устройств – для сотовых телефонов, компьютеров и т.п. Эти устройства нужны каждому мобильному телефону, они становятся все меньше и все эффективнее. Конечно, это не космические технологии, но очень важный для нас бизнес.

Подразделение RFS сосредоточено на создании СВЧ-электроники и сенсоров. Основной фокус – мобильные телефоны, мы разрабатываем для них такие компоненты, как малозумящие СВЧ-усилители (МШУ), СВЧ-коммутаторы, устройства подстройки антенны. Мы создаем множество сенсоров для задач Интернета вещей, для сотовых телефонов. Infineon выступает крупным производителем интегрированных МЭМС. Например, мы

разработали датчик давления DPS310 с высоким разрешением, с относительной точностью 0,06 Па. Он предназначен для мобильных и встраиваемых в одежду устройств и позволяет определять смещение по высоте в диапазоне сантиметров. Это удобно для навигации, например, на закрытых или подземных парковках, где недоступны сигналы GPS. Производим и кремниевые МЭМС-микрофоны. Они позволяют удалять окружающий шум, обеспечивая высокое качество передачи голоса. Это очень важный для нас бизнес в области МЭМС-датчиков.

Кроме того, мы работаем во множестве направлений создания промышленных систем, в том числе систем миллиметрового диапазона. Немало наших решений связано с радарными. В области 24 и 77 ГГц мы выпускаем автомобильные радары, это очень успешные для нас проекты. Однако 24-ГГц радары используются во множестве различных задач.

Так, на их основе строятся детекторы присутствия как альтернатива традиционным ИК-датчикам, например, для систем автоматического открытия дверей.

Мы начинаем осваивать диапазон 60 ГГц. Здесь мы ведем очень интересный проект совместно с Google по созданию датчиков для управления жестами. Например, вы сможете движениями пальцев управлять своими наручными часами, не прикасаясь к ним. Датчик основан на нашей монолитной интегральной схеме (МИС) радара в диапазоне 60 ГГц. В этом диапазоне можно достичь очень высокого пространственного разрешения, до нескольких миллиметров. Проект очень интересный, он сегодня один из основных для компании. Предстоит решить немало проблем, поскольку необходимо создать очень маломощный радар с высоким пространственным разрешением. Однако уже изготовлены опытные МИС радара с интегрированной антенной системой, впервые мы продемонстрировали их на Европейской микроволновой неделе в сентябре 2015 года в Париже.

Несколько лет назад Infineon объявил о создании чипсета трансиверов E-диапазона. Вы продолжаете развивать это направление?

Действительно, два года назад мы представили МИС трансиверов для E-диапазона (71–76 и 81–86 ГГц) – BGT70 и BGT80, несколько позднее – МИС BGT60 для V-диапазона (57–64 ГГц) (рис.1). Чипсеты предназначены для создания систем связи "точка-точка", используемых в опорных беспроводных сетях. Это особенно важно для беспроводных сетей LTE и последующего поколения 5G – для построения сетей микро- и пикосот.

Каждая МИС BGTx представляет собой полнодуплексный трансивер прямого преобразования и содержит встроенный усилитель мощности, МШУ, смеситель, программируемый усилитель; генератор, управляемый напряжением, детектор мощности, температурный датчик – словом, все необходимые элементы. На вход по дифференциальным каналам подаются квадратурные I- и Q-составляющие сигнала на промежуточной частоте (ПЧ), для управления служит интерфейс SPI. И все это – в компактном корпусе eWLB.

Мы уже достаточно активно продаем чипсеты BGT, в том числе и российским пользователям. Сейчас мы предлагаем их улучшен-

ную версию – по размерам и техническим характеристикам. Так, трансивер BGT70 работает в диапазоне 70 ГГц в полосе до 1 ГГц, выходная мощность насыщения – 14 дБм, усиление в приемном тракте – 20 дБ, коэффициент шума – 8 дБ, уровень фазовых шумов – –80 дБн/Гц при отстройке на 100 кГц. Ток потребления в режиме приема/передачи – 350 и 480 мА соответственно, при напряжении питания 3,3 В. МИС позволяет работать с различными типами модуляции, вплоть до 256-QAM.

Отмечу, что для каждой МИС BGT создана оценочная плата, с СВЧ-разъемами для квадратурных составляющих принимаемых/передаваемых сигналов, предусмотрены площадки для крепления фланцев фидеров, все необходимые элементы управления и подстройки (рис.3). На плате размещен опорный генератор с ФАПЧ, для управления служит интерфейс SPI. По сути, это уже готовый трансивер.

Кроме того, на выставке мы демонстрируем законченную полнодуплексную систему передачи данных "точка-точка" с частотным разделением каналов на базе МИС BGT70 и BGT80. Данный модуль – это базовый дизайн, образец, демонстрирующий возможности наших МИС. Сейчас, при полосе 500 МГц, мы можем передавать до 3 Гбит/с на расстояния порядка 2 км. Можно увеличивать рабочую полосу до 1 ГГц, еще больше повышая скорость обмена.



X. Хайсс

Рис.1. МИС трансиверов для E- и V-диапазонов BGT80/70/60



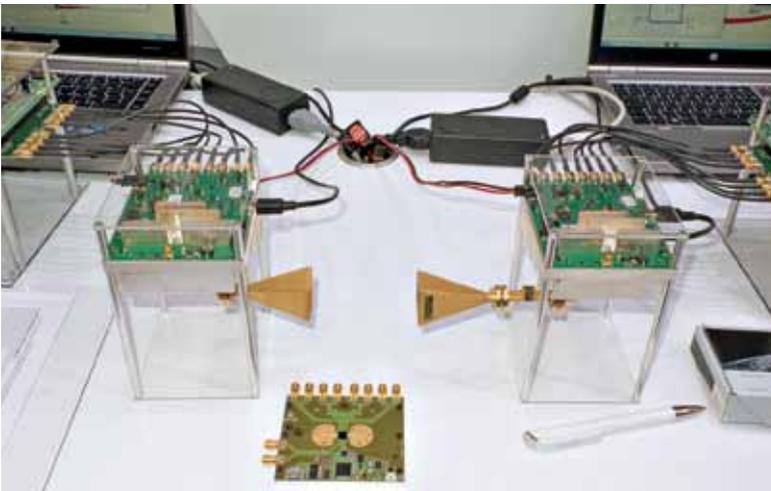


Рис.2. Демонстрация канала связи в диапазоне 60 ГГц

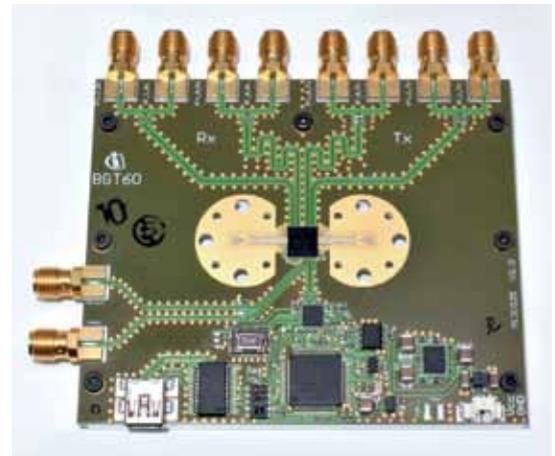


Рис.3. Оценочная плата для трансивера BGT60 (аналогичные поставляются для BGT80/70)

На основе этого решения пользователи могут достигать и 10 Гбит/с на расстояниях до 400 м или передавать до 1 Гбит/с на 4 км.

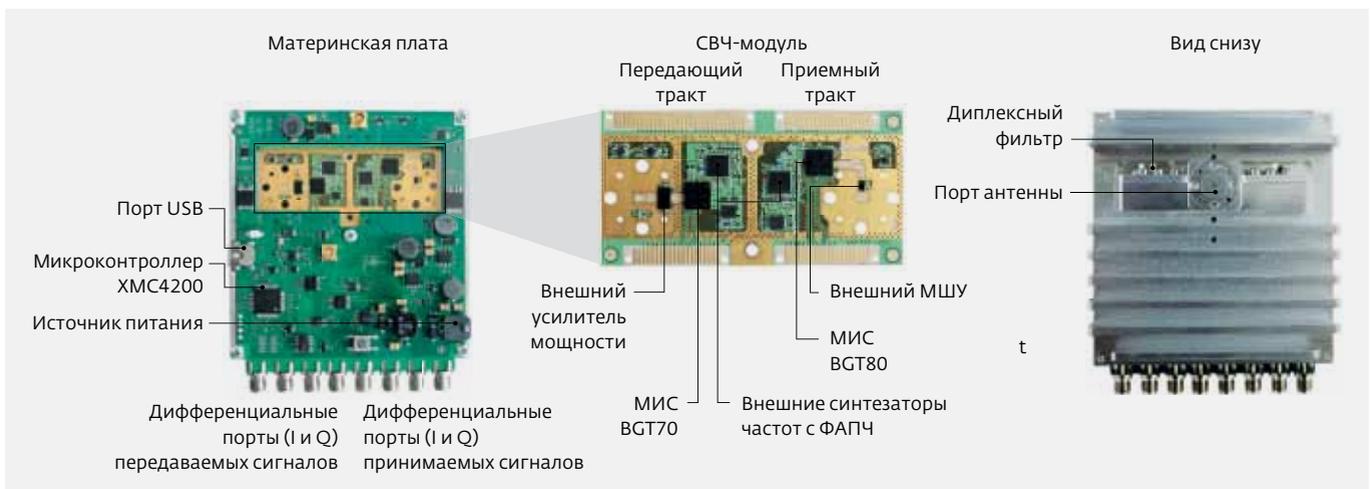
Сам модуль состоит из двух основных элементов – выходного СВЧ-блока и несущей материнской платы со схемами управления и всеми необходимыми цифровыми и аналоговыми интерфейсами (рис.4). На плате размещен источник питания, для управления модулем используется микроконтроллер Infineon XMC2400 на основе ядра Cortex-M4. В модуль поступают уже модулированные сигналы на ПЧ (квадратурные составляющие) по дифференциальным каналам.

В СВЧ-модуле размещены две МИС трансиверов – BGT70 и BGT80. Так реализован частотный дуплекс – например, передача ведется в диапазоне 70 ГГц, прием – в диапазоне 80 ГГц (или наоборот). Кроме того, на плате расположены синтезаторы с ФАПЧ (для каждого из трансиверов), два усилителя мощно-

сти в передающем тракте, МШУ – в приемном. В результате такой модуль обеспечивает выходную мощность до 21 дБ, динамический диапазон выходной мощности – 19 дБ, чувствительность приемника допускает работу с сигналами уровня –60 дБм (при модуляции 64-QAM). Аналогичный модуль создан и для 60-ГГц диапазона, на основе МИС BGT60. Все СВЧ-модули полностью совместимы по выводам, их легко менять один на другой – конечно, при этом потребуются некая подстройка.

Для формирования законченной системы передачи нужна схема модуляции, baseband-процессор, преобразующий поток цифровых данных в модулированные сигналы. Пример такого решения – плата полнодуплексного модема ESM-5008a, созданная на основе нашего чипсета партнером Infineon – компанией escarocommunications из США. Этот модем предназначен для беспроводной трансляции

Рис.4. Базовый модуль полнодуплексного трансивера с частотным разделением каналов на основе МИС BGT80 и BGT70



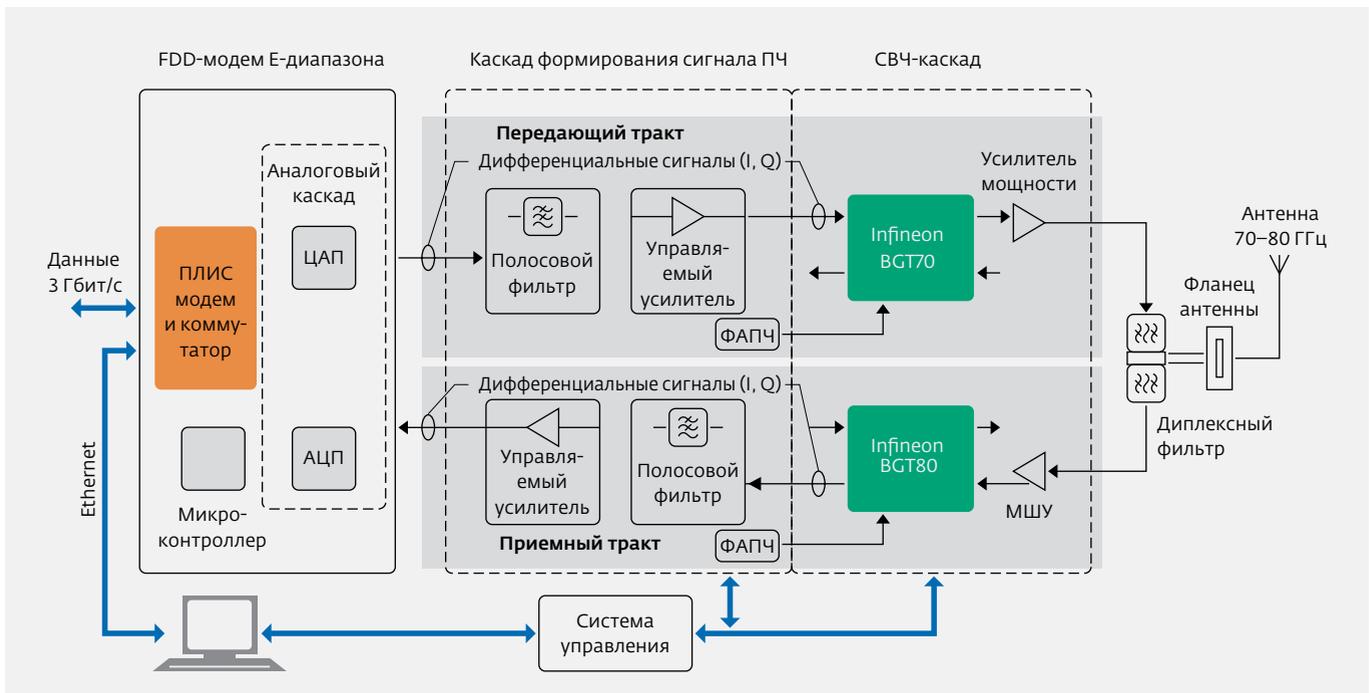


Рис. 5.
Структурная
схема модуля
модема
ESM-5008
на основе МИС
BGT80 и BGT70

потоков Ethernet (1 и 2,5 GE). Он обеспечивает передачу потоков со скоростью до 2,6 Гбит/с в полосе 500 ГГц E-диапазона, используя адаптивную схему модуляции, вплоть до 256-QAM. Процессор обработки сигналов (цифровая часть модема) реализован на ПЛИС. И это – лишь один из возможных примеров создания устройств для E- и V-диапазонов.

Отмечу, что мы разработали все платы для наших пользователей, их можно приобрести. Однако большинство заказчиков предпочитают создавать свой собственный дизайн, используя наш чипсет. Конечно, при необходимости мы предоставляем клиентам техническую поддержку, помогаем оптимизировать их проекты.

На базе каких полупроводниковых технологий производятся МИС трансиверов?

Сейчас МИС BGT60/70/80 производятся по технологическому процессу B7HF200. Это процесс на основе технологий биполярных SiGe-транзисторов, обеспечивающий частоту отсечки по току F_T порядка 200 ГГц и по напряжению F_{max} 240 ГГц. Однако специалистами Infineon разработан новый технологический процесс БикМОП B11HF с разрешением 130 нм. Она обеспечивает частоты отсечки транзисторов $F_{max} = 400$ ГГц и $F_T = 240$ ГГц. На основе этой технологии будут создаваться чипсеты уже следующего поколения.

Работа в миллиметровом диапазоне требует узконаправленных антенных систем. Есть ли у вас решения для электронного формирования диаграмм направленности?

Работы ведутся, такими возможностями будут обладать чипсеты следующего поколения. Причем речь пока идет только о тонкой подстройке направленности луча, в пределах $\pm 5^\circ$. Это важно для организации опорных сетей базовых станций, в том числе для пико- или микросот. Число таких станций уже сегодня быстро увеличивается с развитием сетей LTE и будет расти гораздо быстрее при переходе к сетям 5G. Когда беспроводных сегментов в опорной сети становится много, задача подстройки диаграммы направленности превращается в проблему для операторов. Ее нужно решать в реальном времени, это возможно только автоматически, что и позволят чипсеты следующего поколения.

Подчеркну, сегодня мы не говорим о решениях для собственно распределительной сети 5G, где рассматривается концепция формирования направленных лучей на основе многоантенных MIMO-систем. Там важно переключать луч в диапазоне 90° или даже 180° . Мы же пока сосредоточены на системах передачи данных в опорных сетях.

