

# Проблемы энергопотребления в современных СШП системах

А.А.СУДАКОВ<sup>1</sup>, Д.В.ФЕДОТОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Исследовательский центр САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС  
125047, г.Москва, 1-ая Брестская ул.,29

*Рассмотрены проблемы снижения потребляемой энергии в СШП радиотехнических системах. Описано влияние технологии изготовления полупроводников компонентов на потребляемую мощность системой в целом, а так же влияние частей системы на её энергопотребление в зависимости от выполняемых функций. Показано, что при использовании управления энергопотреблением в СШП системах с импульсным излучением теоретически возможно снижение мощности потребляемой системой в несколько сотен тысяч раз и более. Предложены методы, позволяющие осуществить снижение энергопотребления, в СШП системах, на этапах системного проектирования без увеличения стоимости системы в производстве.*

*Power management for UWB devices is considered. Influence of semiconductors structure and units' functionality of UWB device on power consumption is described. Is shown that using of power management for impulse UWB systems is reduces system power consumption in several thousand times. Power management methods are offered. This methods increase only cost of development without influence on mass production cost.*

Сегодня, всё больше компаний проявляют интерес к СШП технологии. Потенциальные возможности технологии охватывают широкий круг применений. Среди наиболее частых применений, можно выделить следующие:

- Средства радиосвязи. Технология СШП позволяет увеличить скорость передачи информации в радиоканале в десятки раз, что позволяет использовать ее в современных коммуникационных средствах.
- Средства навигации и контроля. Малый импульсный объем позволяет не только повысить точность навигационной системы, но и снизить влияние многолучевого распространения в условиях города.
- Радары и сенсоры. Повышение информативности радиолокационных систем за счет расширения полосы зондирующего сигнала, позволяет создавать более совершенные сенсоры и радары ближнего действия.

Как ожидается, массовый выход технологии на рынок радиоэлектроники состоится в 2007 -2008 году [1]. Однако уже сейчас можно встретить на мировом рынке продукты СШП технологии. Как правило, это наборы микросхем (чип-сет) обладающие широкими функциональными возможностями, которые дают разработчику средства манипуляции функциями и блоками в зависимости от решаемой задачи. Особое внимание заслуживает вопрос интеграции радиочастотной части СШП схем, поскольку эти схемы относятся к классу СВЧ ИС. Существующие технологии изготовления СВЧ ИС очень разнородны по своим характеристикам и применение того или иного компонента зависит от задачи решаемой устройством, его цены и прочих факторов. Ряд наиболее часто используемых технологий выполнения СВЧ ИС представлен в таблице 1. Для корректности сравнения технологий, показатели собраны исходя из построения одного и того же блока- СВЧ усилитель [2].

Таблица 1. Сравнительные характеристики технологий изготовления СВЧ ИС

Технология	Ширина полупроводника	Мощность потребления (мВт)	Ширина полосы (ГГц)
Галий-Арсенид рНЕМТ	0.15um	1150	45
Галий-Арсенид гетеро (GaAs HBT)	-	3200	90
КМОП (CMOS)	0.6um	216	8.5
Кремний-Германий (SiGe BiCMOS)	-	100	25

Традиционно в СВЧ преобладала GaAs-технология. Возможности биполярной, BiCMOS, CMOS и SiGe технологий всё более и более расширяются. Постепенно они внедряются в область высокочастотных приложений. Последние достижения в SiGe-технологии демонстрируют возможности её применения во всем диапазоне частот (3.1...10.5ГГц) выделенных для СШП устройств. Так чип сет "PulseON", разработанный компанией "Time Domain" на технологической базе SiGe от "IBM Titanium", позволяет строить СШП устройства в полосе частот 3.1...6.3ГГц [3]. Не отстает и CMOS технология, ранее применявшаяся главным образом для цифровых схем управления, сейчас также активно используется в высокочастотных устройствах, что позволяет комбинировать СВЧ и цифровую обработку на одном кристалле. Примером может служить разработки ведущиеся компанией "Intel" [4]. Основная задача

разработчиков компании “Intel” это замена USB интерфейсов на беспроводной аналог WUSB. Внедрение СШП на базе КМОП технологии позволит “Intel” достигнуть наивысшей степени интеграции радиосистемы.

Есть и более простые - комбинированные технологические решения, когда СВЧ цепи выполнены в технологии Кремний-Германий, а цифровая обработка в КМОП. Примером такого решения является чипсет разработанный “PulseLink” на технологической базе “Motorola Freescale” [5].

Каждое из описанных выше технологических решений имеет свои преимущества и недостатки. С точки зрения разработки СШП системы важнейшим условием, предъявляемым к технологии исполнения ИС, является ширина полосы сигнала (см.табл.1). Безспорным лидером в этом вопросе технология Галлий Арсенид. Однако область применения СШП систем предъявляет дополнительные условия: низкая стоимость системы, компактность, малая потребляемая мощность. Таким образом, более перспективными являются СШП ИС изготовленные по технологии Кремний-Германий, хотя и они обладают все еще высоким энергопотреблением с точки зрения приложений для мобильных устройств. Так СШП система связи “P210” (чипсет “PulseON”) имеет потребляемую мощность 6.5Вт при полосе СШП сигнала 3.2 ГГц . Поэтому необходимо искать пути снижения энергопотребления СШП систем.

Один из путей к решению этой проблемы заложен в импульсном принципе действия СШП устройств, поскольку их режим работы предполагает короткое время излучения ( $\tau_{и}$ ), затем длительный простой до следующего импульса ( $T_{и}-\tau_{и}$ ). В более совершенных СШП системах применяется также разбиение непрерывной импульсной последовательности на пачки импульсов (рис. 1).

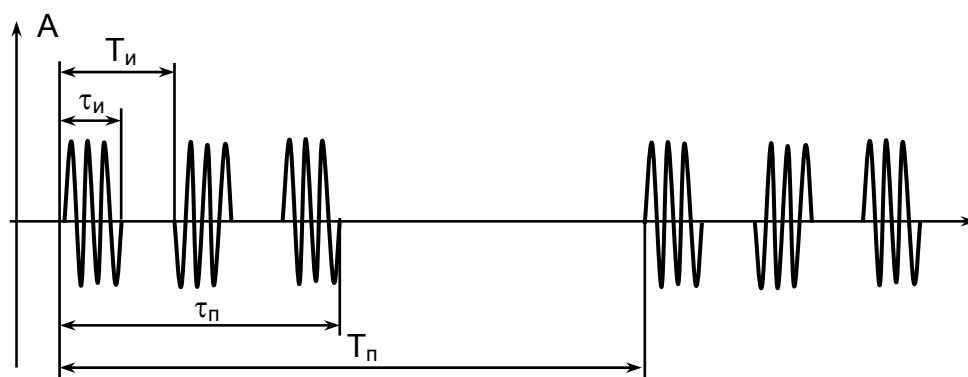


Рис.1. Работа импульсной системы

Общее отношение времени излучения к времени простоя импульсного СШП устройства определяется рабочим циклом:

$$D = \frac{\tau_{и}}{T_{и}} \cdot \frac{\tau_{п}}{T_{п}} \quad (1)$$

где  $\tau_{и/п}$  – длительность импульса/пачки импульсов,

$T_{и/п}$  – период повторения импульсов/пачки импульсов.

Значение  $D = 1$ , когда  $\tau_{и} = \tau_{п} = T_{и} = T_{п}$ , характерно для радиотехнических систем с непрерывным излучением.

В современных СШП системах, при длительности импульса равной несколько наносекунд частота повторения импульсов ( $f_{и} = 1 / T_{и}$ ) может колебаться от нескольких десятков килогерц в радарных системах до сотен мегагерц в высокоскоростных системах связи. Таким образом, минимальное значение рабочего цикла, может быть порядка  $10^{-5}$ , а при работе с разбиением на пачки импульсов еще меньше. Принимая во внимание выше сказанное, можно предположить, что если во время простоя снимать напряжение питания СШП системы или отдельных её частей, то, возможно, снизить энергопотребление данного устройства на величину обратно пропорциональную рабочему циклу  $D$ , т.е., теоретически, в несколько десятков или даже сотен тысяч раз. Покажем методы воздействия на схему, позволяющие осуществить управление энергопотреблением используя этот подход:

1. Активное использование выводов остановки (shutdown, low power и т.д.) микросхем в моменты простоя ( $T_{и}-\tau_{и}$ ,  $T_{п}-\tau_{п}$ ). В последнее время многие производители выпускают микросхемы с подобной функцией. В основном это касается цифровых микросхем – микроконтроллеров, процессоров, программируемых логических интегральных схем и т.д. Очень часто подобная функция встречается у импульсных и линейных регуляторов напряжения.
2. Изменение напряжений смещения аналоговых схем в моменты простоя таким образом, чтобы обеспечить наименьшее энергопотребление схемой (green mode).
3. Отключение напряжения питания частей схемы в моменты простоя, если вышеперечисленные методы не применимы.

Естественно, что нагрузка, приходящаяся на схему, занимающуюся управлением энергопотребления, увеличивается, поскольку количество цепей, к которым можно применить данные методы, как было

сказано выше, может быть порядка десяти и более. Основные проблемы при этом возникают, на этапе разработки СШП системы, когда необходимо правильно рассчитать временные диаграммы управления энергопотреблением, но сложность цифровой части схмотехнически не увеличивается. Как правило, всегда можно обойтись тем же набором блоков, даже возложив на них дополнительные функции, изыскав при этом несколько незадействованных выводов. Соответственно не увеличивается стоимость устройства в производстве, только стоимость разработки.

В качестве примера использования методов снижения энергопотребления, рассмотрим схему СШП передатчика рис.2 выполненную на Галий Арсенид технологии. Функционально СШП передатчик состоит из радиочастотного генератора, формирователя СШП импульса и усилителя мощности. Каждый блок структуры рис. 4 подвержен управлению энергопотреблением, причем к каждому блоку могут применяться разные методы управления или несколько методов сразу. Это зависит от конкретной реализации схемы управления энергопотреблением, схемы СШП передатчика, общего алгоритма работы СШП системы и т.д.

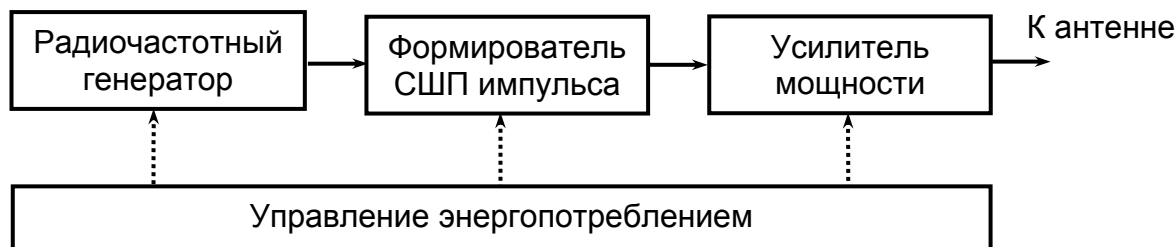


Рис. 2. Структура СШП передатчика с управлением энергопотребления

В таблице 2 приведены параметры энергопотребления СШП передатчика (рис. 2), который формирует периодическую импульсную последовательность (без разбиения на пачки импульсов), длительность импульса ( $\tau_{и}$ ) составляет несколько наносекунд, время простоя ( $T_{п}-\tau_{и}$ ) – порядка одной микросекунды. Во втором столбце таблицы показаны типичные потребляемые мощности для устройств, которые не подвержены управлению энергопотреблением. Мощность для конкретного блока, может меняться в значительных пределах. Параметры, в третьем столбце показаны для устройств с минимальной потребляемой мощностью из столбца два.

Таблица 2. Параметры энергопотребления СШП передатчика

Блок	Потребляемая мощность, мВт	
	минимальная/максимальная	Минимальная
	Без управления энергопотреблением	С управлением энергопотреблением
Радиочастотный генератор	175/1000	7.5
Формирователь СШП импульса	>200/	>0.5
Усилитель мощности	900/7500	9
Итого:	1275/8700	17

Из таблицы видно, что управление энергопотреблением снижает, для отдельных блоков передатчика, потребляемую мощность более чем в 400 раз. В целом же мощность, потребляемая СШП передатчиком, снижается в 75 раз (см. строки в таблице 2, выделенные жирным шрифтом).

Если такой передатчик будет работать с разбиением на пачки импульсов, например при  $\tau_{и}$  в сто микросекунд и  $T_{п}$  в одну секунду, как в [6], то мощность потребляемая передатчиком снизится еще почти в  $10^4$  раз, обеспечивая устройству бесперебойное батарейное питание в течение нескольких лет работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. P.Gemma, The UWB House Party: Ultra-Wideband Set to Make its Commercial Debut, InStat,IN030727RC,May 2003
2. D.J.Walkey, Introduction to the Special Issue on the Bipolar/BiCMOS circuits and Technology Meeting, IEEE Solid-state circuit,Vol.40, Oct. 2005
3. Time Domain Calls On IBM's Silicon Germanium For Production of PulsON 200 Chipset, MOBILEINFO, 2000, [http://www.mobileinfo.com/News/News\\_2000\\_Issue41/TimeD\\_UWB.htm](http://www.mobileinfo.com/News/News_2000_Issue41/TimeD_UWB.htm)
4. S.S. Pawlowski, CMOS Radio.Expanding Moore's Law with Ubiquitous, Silicon-Based Wireless Connectivity, Intel -White Paper, Apr.2002
5. XS110 UWB Solution for Media-Rich Wireless Applications, MOTUWBFS, REV.3, 2004.
6. R.J. Fontana, E. Richley, JA. Barney, Commercialization of an ultra wideband precision asset location system. 2003 IEEE UWBST Conference, November 2003, Reston, VA.