

Продукция Honeywell SSEC

для беспроводной передачи данных

Многие слышали о фирме Honeywell. Как правило, при упоминании этой компании сразу вспоминают, что она производит электронную продукцию для аэрокосмической промышленности, всевозможные датчики, а также интеллектуальные системы контроля и управления для «умного» дома. Но немногие знают, что Honeywell (точнее одно из ее подразделений — Honeywell Solid State Electronics Center) производит еще и высококачественные ВЧ/СВЧ-компоненты. Именно об этой продукции и пойдет речь ниже. Но сначала кратко расскажем о самом Honeywell SSEC.

Станислав Дидилев

sd@may.ru

Числа, факты и тенденции

Honeywell Solid State Electronics Center был образован в 1965 году и к настоящему моменту насчитывает более 500 сотрудников. Основными областями деятельности этого подразделения являются производство ВЧ/СВЧ-компонентов и датчиков, а также электроники для аэрокосмической промышленности и интеллектуальных систем контроля и управления. Компания обеспечивает полный технологический цикл производства продукции: от разработки изделия и выращивания подложек до сборки и выходного контроля. Сбыт продукции осуществляется через широкую сеть представительств по всему миру. Honeywell SSEC осуществляет совместные разработки с такими фирмами, как RFI, LSR, и Sensonix, а его партнерами являются IBM, UMC и ASAT.

Фирме Honeywell всегда был присущ дух новаторства. Компания старается использовать в своих разработках самые передовые технологии. В связи с этим, даже стандартные линейки продукции Honeywell SSEC существенно отличаются от других предложений на рынке. Стратегия компании заключается в том, чтобы сосредоточить внимание на нескольких основных типах продукции, традиционно востребованных в телекоммуникационной отрасли, и предложить решение, превосходящее по своим параметрам аналоги конкурентов. Следует отметить,

Таблица 1. Сводные характеристики твердотельных СВЧ-ключей Honeywell SSEC

Наименование	Изоляция на частоте 1 ГГц	Вносимые потери на частоте 1 ГГц	Тип	Частотный диапазон	Корпус	Питание
HRF-SW1000	> 50 дБ	0,9 дБ	SPDT Поглощающий 50 Ом	0–4 ГГц	12 выв. LPCC	+5 В
HRF-SW1001	> 50 дБ	0,9 дБ	SPDT Поглощающий 75 Ом	0–2,5 ГГц	12 выв. LPCC	+5 В
HRF-SW1020	> 48 дБ	1,45 дБ	SP4T Поглощающий 50 Ом	0–2,5 ГГц	20 выв. LPCC	+5 В
HRF-SW1021	> 48 дБ	1,35 дБ	SP6T Поглощающий 75 Ом	0–2,5 ГГц	20 выв. LPCC	+5 В
HRF-SW1030	> 50 дБ	1,8 дБ	SP6T Поглощающий 50 Ом	0–2,5 ГГц	24 выв. LPCC	+5 В
HRF-SW1031	> 50 дБ	1,8 дБ	SP6T Поглощающий 75 Ом	0–2,5 ГГц	24 выв. LPCC	+5 В
HRF-SW1040	>25 дБ	12 дБ	4×6 матрица Поглощающий 50 Ом	0–4ГГц	20 выв. LPCC	+5 В

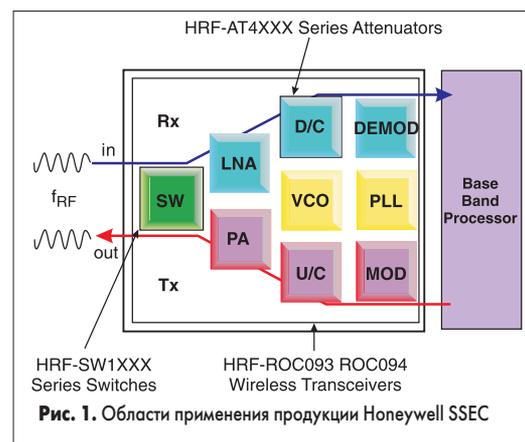


Рис. 1. Области применения продукции Honeywell SSEC

что Honeywell это вполне успешно удается. Данную стратегию хорошо иллюстрирует рис. 1, на котором приведен типовой тракт радиочастотного устройства и показано, где продукция Honeywell SSEC может быть применена.

Как видно из рисунка, продукцию Honeywell SSEC составляют ВЧ/СВЧ-ключи, аттенюаторы, а также трансиверы и законченные модули для передачи цифровых данных по радиоканалу. Остановимся на этих типах продукции более подробно.

СВЧ-ключи с высокой изоляцией (High Isolation Switches)

Honeywell выпускает широкую гамму твердотельных СВЧ-ключей, представленную семейством HRF-SW10XX. Данные ключи рассчитаны на работу в диапазоне частот от 0 до 4 ГГц (некоторые новые модели, например HRF-SW1022RF — до 6 ГГц) и предназначены для волновых трактов 50 и 75 Ом. Существуют модификации на 2 (HRF-SW100X), 4 (HRF-SW102X) и 6 (HRF-SW103X) направлений, а также матрица из ключей 4×6 (HRF-SW1040). Ключи питаются напряжением 5 В и обеспечивают изоляцию между выходами порядка 40–55 дБ. Конструктивно ключи выполнены в компактных корпусах LPCC для поверхностного монтажа и могут работать в диапазоне температур от –40 до +85 °С.

Сводные характеристики СВЧ-ключей Honeywell приведены в таблице 1.

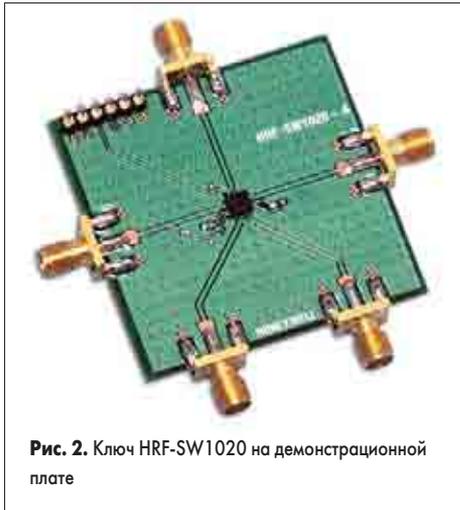


Рис. 2. Ключ HRF-SW1020 на демонстрационной плате

Отличительными особенностями ключей Honeywell являются: высокая изоляция между выходами, работа в трактах с различным волновым сопротивлением, малые габариты, а также управление логическими уровнями КМОП. Все это делает их весьма привлекательными для производителей различного радиооборудования. Как пример можно привести использование ключей серии **HRF-SW1000** в качестве антенного переключателя военного GPS-приемника (подробности можно найти на сайте www.trimble.com), а также в качестве коммутатора сигналов в приемнике базовой станции стандарта TETRA (подробности на сайте www.damm.dk).

Для удобства разработчиков существуют специальные демонстрационные платы с уже установленными на них СВЧ-ключами, значительно облегчающие процесс макетирования и тестирования устройства. Одна из таких плат приведена на рис. 2.

Высокоточные цифровые аттенюаторы (High accuracy digital attenuators)

Линейка цифровых аттенюаторов Honeywell включает в себя модели, работающие в диапазоне частот от 0 до 4 ГГц и обеспечивающие ослабление с шагом 0,5 или 1 дБ. Существуют модификации с 5- или 6-битным последовательным или параллельным интерфейсом. Аттенюаторы рассчитаны на работу в трактах с волновым сопротивлением 50 или 75 Ом при напряжении питания 5 В и температурном диапазоне от -40 до +85 °С. При этом вносимые потери на частоте 2 ГГц не превышают 3 дБ. Аттенюаторы выполнены в компактных 16- или 24-выводных корпусах LPCC. Характеристики аттенюаторов представлены в таблице 2.

Аттенюаторы Honeywell отличаются низкими вносимыми потерями, широким частотным диапазоном, возможностью выбора последовательного или параллельного интерфейса, управлением логическими уровнями КМОП, а также компактными размерами. Аттенюаторы Honeywell **HRF-AT4520** успешно применяются в аппаратуре базовых станций серии CGIS от Motorola, работающих на частоте 800 МГц (подробная информация доступна на сайте Motorola по адресу: <http://www.motorola.com/networkoperators/Access-Systems.htm>), а аттенюаторы серии **HRF-**

Таблица 2. Сводные характеристики цифровых аттенюаторов Honeywell SSEC

Модель	Разрядность	Частотный диапазон	Вносимые потери на частоте 2ГГц	При компрессии 101 дБ	Входной IP3	Корпус	Особенности
HRF-AT4510	5 бит	0–4 ГГц	2,0 дБ	> 22,5 дБм	35,5/40 дБм	LPCC	Параллельный интерфейс, 50 Ом, диапазон=15,5 дБ, шаг=0,5 дБ
HRF-AT4511	5 бит	0–4 ГГц	2,0 дБ	> 22,5 дБм	35,5/40 дБм	LPCC	Последовательный интерфейс, 50 Ом, диапазон=15,5 дБ, шаг=0,5 дБ
HRF-AT4520	5 бит	0–2,5 ГГц	2,7 дБ	> 24,0 дБм	38 дБм	LPCC	Параллельный интерфейс, 50 Ом, диапазон=31,0 дБ, шаг=1,0 дБ
HRF-AT4521	5 бит	0–2,5 ГГц	2,7 дБ	> 24,0 дБм	38 дБм	LPCC	Последовательный интерфейс, 50 Ом, диапазон=31,0 дБ, шаг=1,0 дБ
HRF-AT4522	5 бит	0–2ГГц	3,0 дБ	>19,5 дБм	40 дБм	LPCC	Параллельный интерфейс, 75 Ом, диапазон=31,0 дБ, шаг=1,0 дБ
HRF-AT4610	6 бит	0–4 ГГц	3,0 дБ	> 24,0 дБм	38 дБм	LPCC	Параллельный интерфейс, 50 Ом, диапазон=31,5 дБ, шаг=0,5 дБ
HRF-AT4611	6 бит	0–4 ГГц	3,0 дБ	> 24,0 дБм	38 дБм	LPCC	Последовательный интерфейс, 50 Ом, диапазон=31,5 дБ, шаг=0,5 дБ

AT4510 — в приемниках базовых станций Libra диапазона 3,5 ГГц (подробности на сайте www.wilan.com).

Так же как и для СВЧ-ключей, для аттенюаторов существуют специальные демонстрационные платы, упрощающие процесс макетирования и тестирования создаваемого устройства (рис. 3).



Рис. 3. Аттенюатор HRF-AT4521 на демонстрационной плате

Трансиверы и модули для передачи цифровых данных по радиоканалу

Это наиболее интересный тип продукции Honeywell. Ни для кого не секрет, что решений в области передачи данных по радиоканалу существует великое множество. Каждое решение по-своему уникально и старается занять определенную нишу на этом весьма обширном рынке. Поскольку нельзя объять необъятное и предложить вариант, одинаково хорошо подходящий во всех случаях, то, как правило, каж-

дый производитель предлагает решения лишь для определенного круга задач. Разобраться в том, какие задачи можно решить при помощи продукции Honeywell, нам поможет таблица 3, в которой классифицированы основные стандарты беспроводной передачи данных и показана та область, в которую входят решения, предлагаемые Honeywell SSEC.

Как видно из таблицы, Honeywell делает главную ставку на решения для беспроводной передачи данных в частотном диапазоне ISM (Industrial Scientific Medical), основанные на собственных разработках, не используя при этом протоколы обмена стандартов Bluetooth и Zigbee. Вместе с тем Honeywell активно применяет технологию перескока по частоте (frequency hopping), которая используется в стандарте Bluetooth и позволяет снизить помехи на другие радиосистемы, использовать более мощный передатчик и увеличить радиус действия системы.

Решения для передачи данных в диапазоне ISM (2,4 ГГц) представлены линейкой приборов серии **HRF-ROC094XX**, состоящей из приемника (**HRF-ROC094XR**), передатчика (**HRF-ROC094XT**), а также трансивера (**HRF-ROC094XC**), способных передавать данные со скоростью 128 кбит/с.

Следует отметить, что некоторые более ранние решения от Honeywell работают не в диапазоне ISM, а на частотах от 300 до 928 МГц. Речь идет о семействе **HRF-ROC093XX**, включающем в себя несколько трансиверов, приемник и передатчик. В качестве типичного представителя этого семейства можно привести полудуплексный трансивер **HRF-ROC09325**. Данный трансивер может передавать цифро-

Таблица 3. Классификация основных стандартов беспроводной передачи данных

Параметр	Zigbee*	ISM	Bluetooth
Рынок	Компьютерный, бытовые и промышленные устройства	Компьютерный, бытовые и промышленные устройства	Компьютерный и коммуникационный
Применения	Домашняя автоматизация, беспроводные датчики, радиоуправляемые игрушки	Домашняя автоматизация, беспроводные датчики, радиоуправляемые игрушки	Домашний офис, сотовые телефоны, персональные цифровые помощники
Управление частотой	до 2,45 ГГц	до 2,45 ГГц	до 2,45 ГГц
Модуляция	Прямая последовательность	Перескок по частоте	Перескок по частоте
Скорость передачи данных	120–200 кбит/с	4–128 кбит/с	721 кбит/с
Расстояние	До 50 метров	До 4000 метров	До 10 метров
Стандарт передачи данных	IEEE 802.15.4	–	IEEE 802.15.1

■ — Область решений, предлагаемых Honeywell SSEC

* Стандарт Zigbee находится в настоящее время на стадии разработки. В связи с этим готовые решения, основанные на данном стандарте, пока отсутствуют

Таблица 4. Технические характеристики трансиверов, радиомодулей, приемников и передатчиков Honeywell SSEC для передачи данных по радиоканалу

Тип	Описание	Диапазон частот	Скорость передачи данных	Выходная мощность	Напряжение питания Vdd (В)	Корпус
HRF-ROC09325	Интегральный трансивер 300–928 МГц с интерфейсом SPI	300–928 МГц	28,8 К	+3 дБм	2,4–3,3	40 выв. 7×7 мм LCC
HRF-ROC094XC	Интегральный трансивер 2400 МГц с быстрой перестройкой по частоте и интерфейсом SPI	2400–2500 МГц	128 К	+3 дБм	2,5	40 выв. 7×7 мм LCC
HRF-ROC094XR	Интегральный ФМ-ЧМ-приемник 2400 МГц с быстрой перестройкой по частоте и интерфейсом SPI	2400–2500 МГц	128 К	–	2,5	40 выв. 6×6 мм LCC
HRF-ROC094XT	Передатчик 2400 МГц с быстрой перестройкой по частоте и интерфейсом SPI	2400–2500 МГц	128 К	+3 дБм	2,5	28 выв. 4×5 мм LCC
HRF-ROC093XC	Интегральный трансивер 860–928 МГц с быстрой перестройкой по частоте и интерфейсом SPI	860–928 МГц	128 К	+3 дБм	2,5	48 выв. 7×7 мм LCC
HRF-ROC093XR	Интегральный ЧМ-ФМ-приемник с быстрой перестройкой по частоте и интерфейсом SPI	860–928 МГц	128 К	–	2,5	40 выв. 6×6 мм LCC
HRF-ROC093XT	ЧМ-ФМ-передатчик с быстрой перестройкой по частоте и интерфейсом SPI	860–928 МГц	128 К	+3 дБм	2,5	28 выв. 4×5 мм LCC
HRF-ROC09325XM	Радиомодуль 902–928 МГц с быстрой перестройкой по частоте и интерфейсом SPI	902–928 МГц	19,2 К	+3 дБм	2,5	23×23 мм модуль

вые данные со скоростью 28,8 кбит/с и подключается непосредственно к микропроцессору через интерфейс SPI. Питается трансивер напряжением от 2,4 до 3,3 В и потребляет при этом ток порядка 29 мА. **HRF-ROC09325** выполнен в 40-выводном корпусе LCC размером 7×7 мм и работает при температуре окружающей среды от –40 до +85 °С. Одной из основных особенностей данного трансивера является возможность использования произвольной частоты в диапазоне от 300 до 928 МГц, что делает это решение уникальным на рынке.

Помимо трансиверов серии **HRF-ROC09325** выпускается семейство приборов со скоростью передачи данных 128 кбит/с, работающих в более узком диапазоне частот (860–928 МГц), включающее в себя как трансивер (**HRF-ROC093XC**), так и только приемник (**HRF-ROC093XR**), а также только передатчик (**HRF-ROC093XT**).

Кроме вышеупомянутых трансиверов Honeywell SSEC выпускает еще и законченные модули для передачи данных по радиоканалу. Одним из таких модулей является **HRF-ROC09325XM**, работающий в диапазоне частот 902–928 МГц и передающий данные со скоростью 19,2 кбит/с. Для того чтобы использовать **HRF-ROC09325XM** достаточно подключить к нему питание, антенну, управляющий микропроцессор (через интерфейс SPI), а также несколько элементов обвязки (рис. 4).



Рис. 4. Радиомодуль HRF-ROC09325XM

Сводные технические характеристики трансиверов, радиомодулей, а также приемников и передатчиков Honeywell SSEC приведены в таблице 4.

Возможности применения данного типа продукции Honeywell SSEC весьма разнообразны.

Хорошей иллюстрацией этому служат рекомендации Honeywell по использованию трансивера **HRF-ROC09325**, указанные в таблице 5.

Таблица 5. Рекомендуемые применения трансивера HRF-ROC09325

Рынок	Применение
Измерения	Беспроводной электросчетчик, газосчетчик, беспроводной расходомер воды
Игрушки	Беспроводная консоль для игровой приставки
Датчики в промышленности	Удаленные и беспроводные датчики, сети датчиков
Автомобильная промышленность	Снижение количества жгутов в автомобиле
Безопасность	Системы пожарной и охранной сигнализации, контроль доступа

В качестве практического подтверждения данных таблицы 5 можно привести применение трансивера **HRF-ROC09325** в системе беспроводного считывания показаний электросчетчика, созданной компанией USCL (www.energycite.com), а также использование этого же трансивера в беспроводной консоли

для игровой приставки Sony Playstation, предложенной компанией Saitek (www.saitek.com). Список подобных применений можно продолжать еще очень долго.

Успешное использование решений Honeywell SSEC для беспроводной передачи данных во многом обусловлено хорошими средствами разработки. Практически для любого продукта существует набор разработчика, используя который можно легко и в короткие сроки создать свое устройство. В частности, для трансивера **HRF-ROC09325** такой набор включает в себя две одинаковые демонстрационные платы (evaluation boards) с уже установленными на них всеми необходимыми компонентами (трансивером, микроконтроллером семейства PIC, антенным переключателем, ВЧ-разъемами и т. д.). Каждая из демонстрационных плат подключается к компьютеру при помощи последовательного порта. Прилагаемый набор программ обеспечивает контроль частоты, мощности и внутренних регистров трансивера, что существенно облегчает разработку. Платы питаются напряжением 5 В постоянного тока и имеют отдельные входы-выходы для приемника и передатчика (рис. 5). Стоимость подобного набора разработчика составляет около \$ 695.

Помимо этого Honeywell также предлагает специальное программное обеспечение для управления процессом перескока по частоте и организации связи между устройствами. Написанное на языке C, данное программное обеспечение легко портируется на различные типы микроконтроллеров и обладает следующими возможностями:

- Позволяет установить соединение с удаленным устройством и синхронизировать временные и частотные интервалы.
- Контролирует и обеспечивает безошибочную передачу данных (запрашивает подтверждение приема пакета данных и повторяет пакет, если он не был принят).
- Если соединение нарушено и затем восстановлено, автоматически производит синхронизацию и продолжает передачу данных.
- При передаче производит формирование пакета и служебной информации.
- При приеме проверяет целостность сообщения и отправляет запрос на передачу следующего пакета.

Вышеуказанное программное обеспечение можно использовать не только для связи типа «точка — точка», но и для организации сетей. При этом используется топология «базо-



Рис. 5. Плата из набора разработчика HRF-ROC09325

вая станция — удаленное устройство». При такой схеме взаимодействия число устройств в сети легко регулируется и даже возможна связь двух устройств между собой через базовую станцию. Структуру предлагаемого Honeywell программного обеспечения можно увидеть на рис. 6.

Информация к размышлению

Уже сейчас продукция Honeywell SSEC находит свое применение во многих отечественных разработках. Благодаря относительно невысокой стоимости, хорошим техническим характеристикам, а также развитым средствам разработки эта продукция становится все более популярной, и все большее число производителей обращают на нее свое внимание.

Всю необходимую информацию по продукции Honeywell SSEC можно найти на сайтах www.mysoiservices.com, www.may.ru www.semiconductor.ru.



Рис. 6. Структура программного обеспечения Honeywell для передачи данных по радиоканалу