

# НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ СВЧ-УСТРОЙСТВ ФИРМЫ HITTITE MICROWAVE



Л.Белов

Среди производителей узлов сантиметрового и миллиметрового диапазона длин волн компания Hittite Microwave [1] отличается широким спектром изделий разнообразного назначения и диапазона, пригодных для применения в различных условиях. Это позволяет использовать изделия компании для конструирования различных сложных устройств с взаимно согласованными параметрами. Анализ динамики изменения технического уровня продукции компании за последние годы показывает, что по многим показателям достигнут значительный прогресс [2, 3]. Каковы аспекты инновационной технической политики фирмы Hittite Microwave, позволяющие ей в условиях жесткой конкуренции завоевывать новые позиции на мировом рынке электронных компонентов микроволнового диапазона?

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИИ

Компания Hittite Microwave выпускает высококачественные серийные и заказные микросхемы, модули и отладочные платы гражданского, космического и военного назначения на диапазоне частот до 110 ГГц. Для большинства изделий диапазон рабочих температур составляет -40...85°C, для некоторых – -55...85°C. Среди них выделяются следующие группы продуктов (рис.1):

- усилители для частот 0–86 ГГц (210 серийных моделей);
- аттенюаторы для частот 0–50 ГГц (50 серийных моделей);
- усилители с выборкой-запоминанием для частот 0–4,5 ГГц (одна модель);
- делители частоты и частотно-фазовые детекторы для входных частот 0–26 ГГц (30 моделей);
- умножители частоты для входных частот 0,7–30 ГГц и выходных частот до 90 ГГц (40 моделей);
- смесители и преобразователи частоты для частот 0–90 ГГц (150 серийных моделей);
- модуляторы и демодуляторы ФМ-сигналов для несущих частот 0,2–7 ГГц (семь серийных моделей);
- фазовращатели для частот 2,5–18,5 ГГц (25 серийных моделей);

- детекторы мощности с логарифмическим или среднеквадратическим преобразователем для частот 0,001–10 ГГц (пять моделей);
- переключатели и переключательные матрицы для частот 0–20 ГГц (70 моделей);
- синтезаторы стабильных частот для диапазона 0,01–8 ГГц (одна модель);

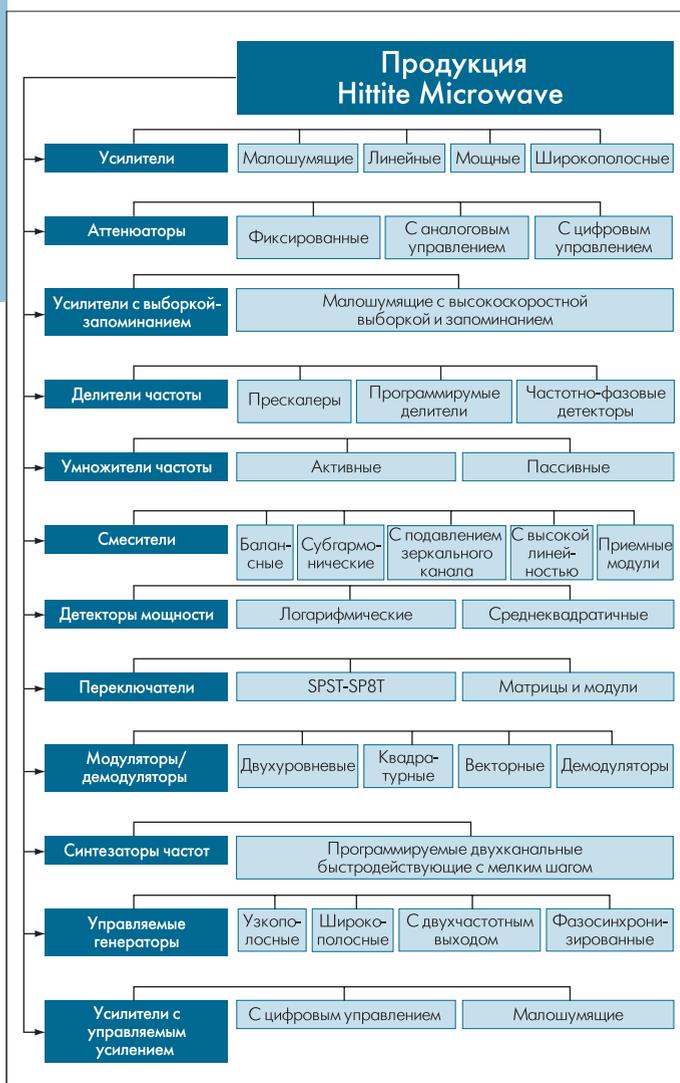


Рис. 1. Структура продукции Hittite Microwave



- управляемые и фазостабилизированные генераторы, серийные приборы для частот 2–24 ГГц, линейка заказных приборов – до 80 ГГц (37 моделей);
- усилители с управляемым коэффициентом передачи для частот 0–6 ГГц (три модели).

За последние два-три года Hittite Microwave заметно обновила номенклатуру и технический уровень выпускаемой продукции. Компания поглотила фирму Velocium Products – производителя GaAs-микросхем для частот от постоянного тока до 86 ГГц. Освоен выпуск модулей и устройств с высокочастотными разъемами. К новым конкурентоспособным изделиям корпорации относятся более 100 моделей СВЧ-устройств, в том числе усилители, аттенюаторы, умножители частоты сантиметрового диапазона, смесители, детекторы мощности, переключатели, ГУН, усилители с управляемым коэффициентом передачи. Рассмотрим подробнее некоторые из этих изделий.

### СВЧ-УСИЛИТЕЛИ

Основными параметрами микросхем усилителей СВЧ-диапазона, помимо рабочей полосы частот  $\Delta f$ , принято считать коэффициент усиления слабого сигнала  $K_p$ , коэффициент собственного шума NF, максимальный уровень выходной мощности линейного усиления  $P_{\text{вых1дБ}}$ , уровень выходной мощности без недопустимых искажений третьего порядка OIP3 (табл.1). Можно отметить следующие новые серийные модели СВЧ-усилителей, выпускаемые компанией:

- усилительный блок HMC-311SC70E на базе GaAs/InGaP биполярного гетеротранзистора (Heterojunction Bipolar

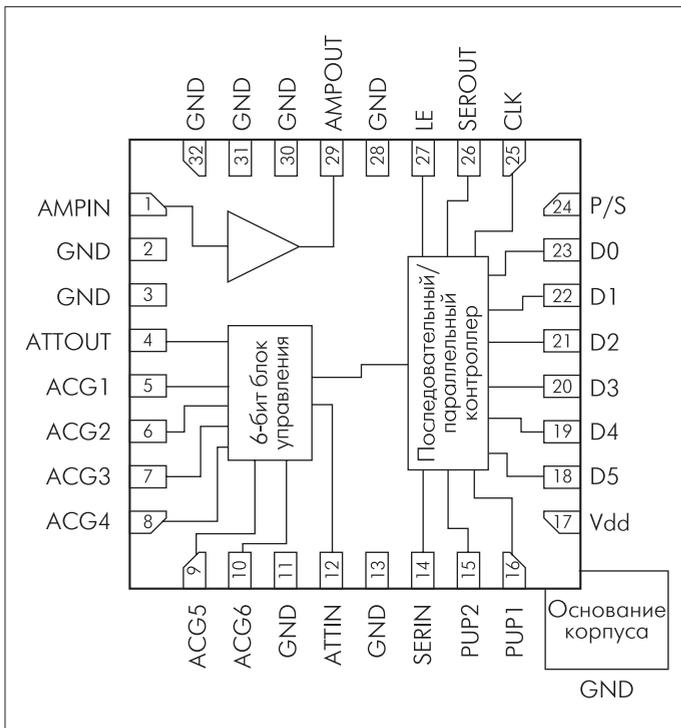
Transistor – HBT) с выходной мощностью до 25 мВт в полосе частот 0–8 ГГц и КПД 14%;

- GaAs-микросхема маломощного октавного усилителя HMC-392LC4 на диапазон частот 3,5–7 ГГц, отличающаяся удачным сочетанием малого значения собственного шума (NF = 2,4 дБ) и высокой допустимой неискаженной мощности ( $P_{\text{вых1дБ}} = 0,8$  Вт). Смонтирована микросхема в корпус для поверхностного монтажа. Предназначена для высоконадежных систем военного, космического и промышленного назначения;
- усилитель HMC-591 с высоким усилением сигнала (23 дБ) 3-см диапазона и выходной мощностью 2 Вт;
- ряд сверхширокополосных (СШП) микросхем с полосой до 20 ГГц;
- GaAs-микросхема усилителя модели HMC625LP5E с максимальным коэффициентом передачи 18 дБ при полосе входного сигнала от постоянного тока до 6 ГГц. Значение коэффициента передачи с помощью цифрового управления можно изменять в диапазоне от 18 до -31,5 дБ с шагом 0,5 дБ (рис.2). Последовательный или параллельный управляющий интерфейс этой микросхемы совместим по выходу с КМОП/ТТЛ-уровнями сигнала. Предусмотрен выходной порт для каскадного подключения других изделий компании с последовательными интерфейсами. Усилитель монтируется в бессвинцовый 32-выводной корпус типа QFN размером 5×5 мм и не требует применения внешних согласующих компонентов. Подобная микросхема усилителя HMC626LP5E позволяет изменять коэффициент усиления

Таблица 1. Параметры микросхем усилителей

Модель	$\Delta f$ , ГГц	Кр, дБ	NF, дБ	$P_{\text{вых1дБ}}$ , дБмВт	OIP3, дБмВт	Питание		Корпус	Особенность
						V, В	I, мА		
HMC-625LP5E	0–6	-13,5–18	6	19	33	5	88	LP5	УУ, 6 бит
HMC-392LC4	3,5–7	16	2,4	16	28	5	65	LC4	МШУ
HMC-311SC70E	0–8	15	5	15	30	5	54	SC70	СШП
HMC-591	6–10	23	–	33,5	43	7	1340	БК	УМ, выходная мощность 2 Вт
HMC-ALH444	1–12	17	1,5	–	28	5	55	БК	МШУ
HMC-659	0–15	19	2	26,5	35	8	300	БК	СШП УМ
HMC-ALH102	2–20	10	2,5	10	–	2	55	БК	УРУ, СШП
HMC-ALH482	2–22	16	1,7	14	–	4	45	БК	МШУ
HMC-ALH311	22–26,5	25	3	12	–	2,5	54	БК	МШУ
HMC-APH596	16–33	17	–	24	33	5	400	БК	СМ, Л
HMC-APH510	37–40	20	–	26	35	5	640	БК	ВМ, ММВ
HMC-AUH232	0–43	14	–	16,5	–	–	–	БК	МВОЛС
HMC-ALH376	35–45	16	2	6	–	4	87	БК	МШУ
HMC-APH577	80–84	>8	–	18	–	4	240	БК	ВМ, ММВ
HMC-ALH509	71–86	14	5	7	–	2	50	БК	МШУ

Примечание: БК – бескорпусное исполнение; ВМ – высокой мощности; Л – высокой линейности; МВОЛС – модулятор для волоконно-оптических линий связи; ММВ – диапазон миллиметровых длин волн; МШУ – маломощный усилитель; СМ – средней мощности; СШП – сверхширокополосный усилитель мощности; УМ – усилитель мощности; УРУ – усилитель с распределенным усилением; УУ – усилитель с управляемым коэффициентом усиления.

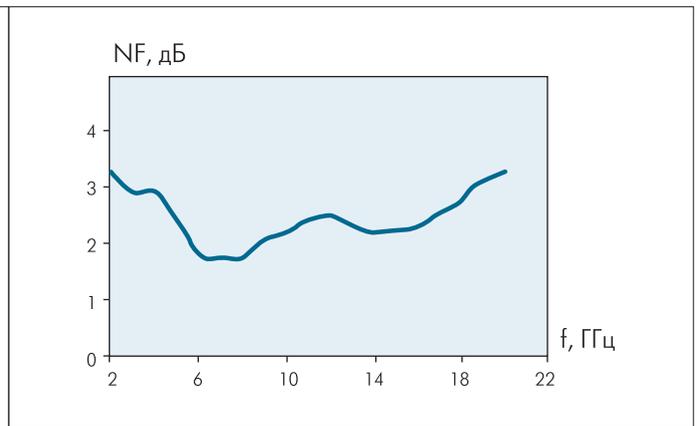


**Рис.2. Функциональная схема управляемого кодом усилителя HMC6251P5E (полоса частот 0–6 ГГц, коэффициент передачи – 13,5–18 дБ с шагом 0,5 дБ, коэффициентом шума 6 дБ и OIP3 = 2 мВт)**

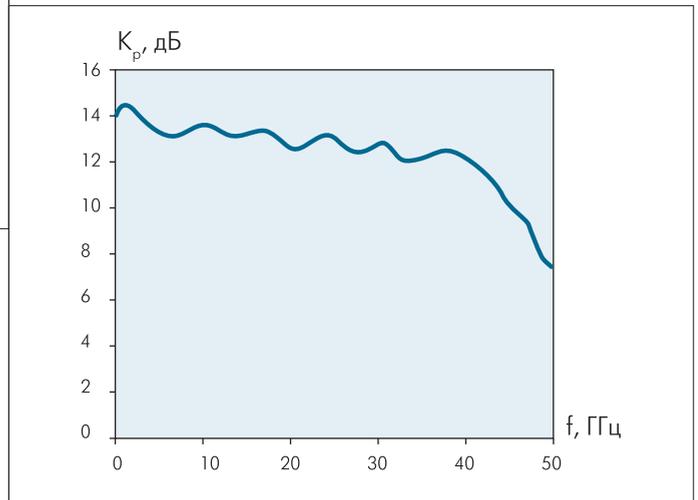
ния в пределах 8,5–40 дБ с шагом 0,5 дБ при полосе входного сигнала 0–1 ГГц;

- GaAs-усилитель мощности HMC659 (усиление 19 дБ, выходная мощность насыщения 27 дБмВт, OIP3 до 35 дБмВт). Его полоса частот составляет 0–15 ГГц. Поставляется в бескорпусном исполнении, размер – 25×310 мкм. Микросхема пригодна для монтажа в многокристальные модули (Multi-Chip-Modules – MCM);
- маломощная GaAs-микросхема с распределенным усилением HMC-ALH102, предназначенная для работы в приемниках сверхширокополосного сигнала в полосе частот 2–20 ГГц (рис.3). Микросхема размером 3×1,4 мм выполнена в бескорпусном исполнении, не требует применения внешних согласующих компонентов и может монтироваться в MCM;
- микросхема HMC-AUH232 с полосой частот усиливаемых сигналов 0–46 ГГц (рис.4), неравномерностью группового времени запаздывания не более 20 пс и размахом выходного сигнала 8 В во всей полосе частот. Предназначена для работы в составе модулятора волоконно-оптической линии связи со скоростью передачи до 40 Гбит/с. Ее размер 2,1×1,7 мм. Микросхема не требует применения внешних компонентов и может быть смонтирована в многокристальный модуль. Полоса пропускания подобной микросхемы HMC-AUH312 составляет 0–65 ГГц.

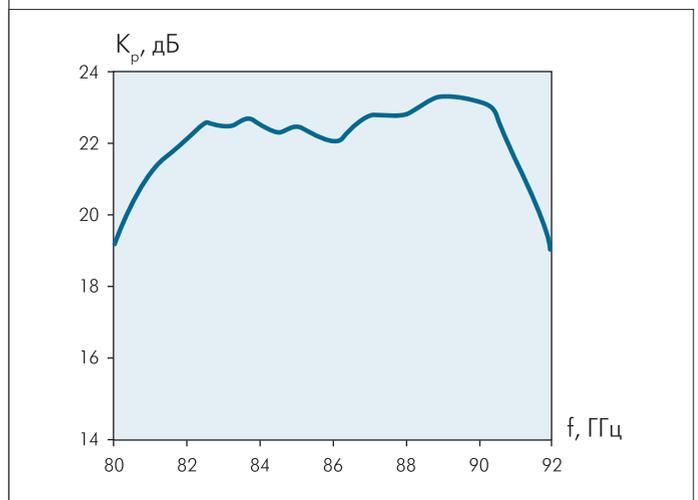
Обращает на себя внимание наличие новых серийных микросхем усилителей для коротковолновой части миллиметрового диапазона (до 86 ГГц) в бескорпусном исполнении. Так, микросхема трехкаскадного усилителя на базе транзисторов



**Рис.3. Изменение коэффициента шума усилителя HMC-ALH102 в сверхширокой полосе частот**

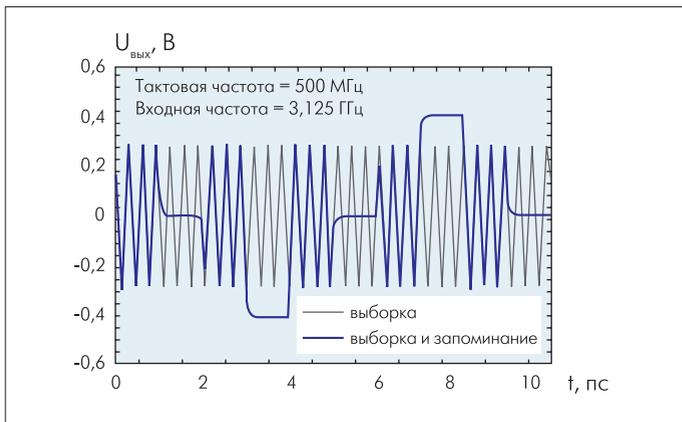


**Рис.4. Амплитудно-частотная характеристика СШП МШУ модели HMC-AUH232**



**Рис.5. Амплитудно-частотная характеристика линейного усиления для микросхемы HMC-APH317**

с высокой подвижностью электронов (High Electron Mobility Transistors – HEMT) модели HMC-APH317 обеспечивает в полосе частот 81–86 ГГц линейный режим усиления с выходной мощностью до 85 мВт (рис.5). Усилитель согласован по входу и выходу с 50-Ом импедансом и может монтироваться в многокристальные модули или гибридные схемы.



**Рис.6. Форма выходных сигналов HMC660LC4B в режимах выборки и выборки с запоминанием**

Усилители с выборкой и запоминанием (Hold-and-Track – Н/Т) представлены SiGe-усилителем модели HMC660LC4B на полосу частот 20 МГц–4,5 ГГц с быстродействием 0,3–3 Гвыб/с. В режиме выборки (Track) выходной сигнал микросхемы повторяет входной с минимальными искажениями; в режиме выборки и запоминания (Н/Т) микросхема выполняет высокоскоростную дискретизацию входного сигнала по фронту сигнала выборки и сохраняет значение выходного сигнала (в течение 5 нс) до снятия сигнала выборки (рис.6). Микросхема предназначена для работы в составе демодуляторов, каскадов стробоскопирования, в качестве высокоскоростного пикового детектора.

### АТТЕНУАТОРЫ

Аттенуаторы СВЧ-сигналов характеризуются типом, рабочей полосой частот  $\Delta f$ , диапазоном ослабления AR (Attenuation Range), уровнем мощности входного сигнала IIP3, значением минимальных потерь IL (Insertion Loss), уровнями сигнала управления. Среди новых моделей, предлагаемых компанией Hittite Microwave, можно отметить, кроме упомянутого выше управляемого кодом усилителя HMC625LP5, следующие изделия (табл.2):

- аттенуатор на базе GaAs p-i-n-диодов HMC-VVD102 (рис.7), который регулирует ослабление сигнала в полосе частот 17–

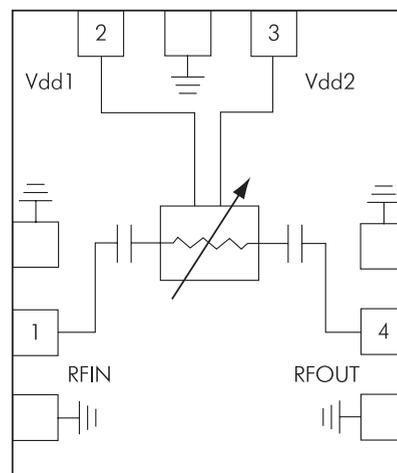
**Таблица 2. Параметры аттенуаторов**

Модель	Тип	$\Delta f$ , ГГц	AR, дБ	IIP3, дБмВт	IL, дБ	Особенности
HMC-VVD102	VVA	17–27	0–20	17	1,5	Входное управляющее напряжение 4–4 В
HMC-VVD104	VVA	70–86	0–14	–	2	MMB
HMC624LP4E	Ц	0–6	0,5–31,5	55	1,8	6 бит, VM
HMC650	Фикс.	0–50	–	50	0,15	VM, MMB
HMC651/658	Фикс.	0–50	–	25	2/20	MMB

Примечание: VM – высокая допустимая входная мощность; MMB – диапазон миллиметровых длин волн; VVA – с аналоговым управлением; Ц – с цифровым управлением; Фикс. – пассивные с фиксированным ослаблением.

27 ГГц в пределах 0–20 дБ при входной мощности до 50 мВт за счет изменения управляющего напряжения в пределах от -4 до 4 В. Микросхема размером 1×1,17 мм выпускается в бескорпусном исполнении. Вход и выход согласованы по 50-Ом импедансу. Микросхема типа HMC-VVD104, выполненная по той же технологии, что и HMC-VVD102, рассчитана на диапазон частот 70–86 ГГц, диапазон управляющего напряжения составляет -5...5 В;

- широкополосный GaAs-аттенуатор с цифровым управлением HMC624LP4E, регулирующий ослабление сигнала до 31,5 дБ с шагом 0,5 дБ (погрешность не превышает  $\pm 0,25$  дБ) в полосе частот 0–6 ГГц. Входная мощность достигает 1 Вт, уровень IIP3 = 100 Вт. Последовательно/параллельный шестизрядный интерфейс микросхемы сопоставим с КМОП/ТТЛ-уровнями. Напряжение источника питания 3–5 В. Аттенуатор монтируется в бессвинцовый корпус типа QFN размером 5×5 мм;
- сверхширокополосные фиксированные аттенуаторы HMC651/658 на полосу частот 0–50 ГГц с ослаблением 0, 2, 3, 4, 6, 10, 15 и 20 дБ, выполненные на основе пассивных резисторных структур. По входу и выходу микросхемы согласованы с 50-Ом импедансом. Уровень входного сигнала



**Рис.7. Структура аттенуаторов HMC-VVD102/104 с аналоговым управлением**

Таблица 3. Параметры смесителей

Модель	$\Delta f_{RF/LO}$ , ГГц	$\Delta f_{IF}$ , ГГц	$C_{RF/IF}$ , дБ	IR, дБ	ISO <sub>LO/RF</sub> , дБ	ИПЗ, дБмВт	Особенность
HMC-MDB172	19–33	0–5	-8	25	28	17	I/Q, ПЗК
HMC-MDB207	55–64	0–3	-8	30	–	16	I/Q, ПЗК
HMC-MDB277	70–90	0–18	-12	–	–	–	DBL-BAL
HMC557	2,5–7,5	0–3	-7	–	48	22	DBL-BAL
HMC258LC3B	14,5–19,5	0–3,5	-10	–	45	5	СГ
HMC-C046	20–31	0–4,5	-10	24	–	22,5	I/Q, ПЗК

Примечание. DBL-BAL – с двойной балансировкой; I/Q – квадратурный смеситель; СГ – субгармонический; ПЗК – с подавлением зеркального канала.

микросхем может составлять 300 мВт. Выпускаются в бескорпусном исполнении размером 0,57×0,45 мм (HMC651 и HMC658) и 0,42×0,45 мм (остальные типы аттенюаторов). На тыльную поверхность кристалла нанесено золотое покрытие, что позволяет использовать эвтектический сплав или эпоксидную смолу для крепления микросхемы на микрополосковой линии, в гибридном устройстве или многокристальном модуле. Для этих изделий выпускается комплект разработчика HMC-DK006.

### УМНОЖИТЕЛИ ЧАСТОТЫ

Среди новых моделей этих изделий можно выделить пассивный умножитель частоты входного сигнала в два раза (в диапазоне входных частот 10–15 ГГц) модели HMC-XDB112 с коэффициентом передачи -13 дБ. Пассивный умножитель частоты в три раза HMC-XTB106 при полосе входных частот 24–30 ГГц обеспечивает на выходе ослабление составляющих входной частоты и четвертой гармоники на 5 дБ. Микросхема активного умножителя в четыре раза частоты входных сигналов в диапазоне 14–16 ГГц модели HMC-HDN158, выполненная на базе GaAs HEMT, содержит усилитель выходного сигнала, благодаря чему при входной мощности 0–5 дБмВт выходная мощность на частотах 56–64 ГГц составляет -6 дБмВт. При этом первая гармоника входного сигнала ослаблена на 36 дБ, а вторая – на 54 дБ. Микросхема размером 1,8×0,8 мм поставляется в бескорпусном исполнении.



Рис. 8. Внешний вид квадратурного смесительного модуля HMC-C046 для частот 20–31 ГГц с подавлением зеркального канала

### СМЕСИТЕЛИ

Смесители сантиметрового и миллиметрового диапазонов характеризуются [3] следующими основными параметрами: диапазоном частот  $\Delta f_{RF/LO}$  и  $\Delta f_{IF}$  на портах ВЧ-сигнала/сигнала гетеродина и ПЧ-сигнала, соответственно; коэффициентом преобразования  $C_{RF/IF}$  (Conversion Gain); уровнем подавления зеркального канала IR (Image Rejection); допустимым по искажениям третьего порядка уровнем мощности входного сигнала ИПЗ. Отметим следующие новые модели смесителей (табл.3):

- квадратурный смеситель HMC-MDB172 на диапазон частот 19–33 ГГц, выполненный на основе GaAs HBT с диодами Шоттки. Уровень IR смесителя составляет 35 дБ. Микросхема отличается наличием двух I/Q выходов на промежуточной частоте, сигналы которых могут быть использованы для квадратурной обработки. Их также можно суммировать при помощи внешнего квадратурного сумматора. Поставляется в бескорпусном исполнении, размер – 2,2×2 мм. Для подобной модели HMC-MDB207 размером 1,2×2 мм на входные частоты 55–64 ГГц гарантированы амплитудный разбаланс квадратурных каналов до 0,7 дБ и фазовый до 1 градуса. Размер пассивного двойного балансного GaAs-смесителя HMC-MDB277 для частот 70–90 ГГц – 1,4×1,55 мм;
- смеситель HMC258LC3B для входных радиочастот 14,5–19,5 ГГц со встроенным усилителем по опорному LO-входу. По этому порту смеситель использует субгармонический режим, вследствие чего на него надо подавать опорные сигналы более низкой частоты 7,25–10 ГГц мощностью 1 мВт;
- новый смесительный модуль HMC-C046 для полосы частот 20–31 ГГц, выполненный в виде герметичного блока с радиочастотными соединителями (рис.8). Такой узел обеспечивает полосу сигнала промежуточной частоты 0–4,5 ГГц, развязку RF- и LO-входов до 42 дБ, подавление зеркального канала 24 дБ, амплитудный разбаланс до 0,3 дБ, фазовый – до 4 градусов.

### ФАЗОВРАЩАТЕЛИ И ВЕКТОРНЫЕ МОДУЛЯТОРЫ

Модуляторы амплитуды и фазы СВЧ-сигналов (табл.4) характеризуются [3] следующими основными параметрами: полосой несущих частот  $\Delta f$ , диапазоном изменения фазы PhC (Phase Control), диапазоном изменения амплитуды GR (Gain Range), допустимым по искажениям третьего порядка уровнем мощности входного сигнала ИПЗ, максимальным отношением сигнал/шум, С/Ш.

Векторный модулятор HMC630LP3E обеспечивает аналоговое управление амплитудой с динамическим диапазоном 40 дБ и управление фазой в интервале 0–180 градусов с полосой частот по цепи управления 0–180 МГц. Собственный шум модулятора составляет -162 дБмВт/Гц при уровне выходного сигнала 24,5 дБмВт. Подобный модулятор HMC631LP3E для полосы частот 1,7–2,7 ГГц имеет полосу частот по цепи управления 0–200 МГц. На рис.9 показана типичная ампли-



**Таблица 4. Параметры модуляторов и фазовращателей**

Модель	$\Delta f$ , ГГц	$R_{\Phi C}$ , град	GR, дБ	ИРЗ, дБмВт	С/Ш	Особенность
HMC630LP3E	0,7–1	0–360	-50...-10	34	185	ВМ
HMC631LP3E	1,7–2,7	0–360	-50...-10	35	185	ВМ
HMC649LP6E	3–6	5,6–360	–	45	–	ЦФ, 6 бит
HMC642LC4	9–12,5	5,6–360	–	42	–	ЦФ, 6 бит
HMC644	15–18,5	11,2–360	–	40	–	ЦФ, 5 бит

Примечание: ВМ – векторный модулятор; ЦФ – цифровой фазовращатель.

тудно-фазовая характеристика управления для этого векторного модулятора.

Фазовращатель HMC649LP6E для полосы частот 3–6 ГГц обеспечивает 64 дискретных значения фазы выходного сигнала (шаг 5,625 градуса) с погрешностью по фазе менее 3 угловых градусов и по амплитуде – не более  $\pm 0,5$  дБ при линейной входной мощности  $P_{\text{вых, дБ}}$  до 20 дБмВт и ИРЗ = 44 дБмВт. Подобный цифровой фазовращатель HMC644 для полосы частот 15–18,5 ГГц обеспечивает 32 дискретных значения фазового сдвига с допустимой входной мощностью ИРЗ = 40 дБмВт. Выпускается в бескорпусном исполнении, размер – 2,7×1 мм.

### ДЕТЕКТОРЫ МОЩНОСТИ

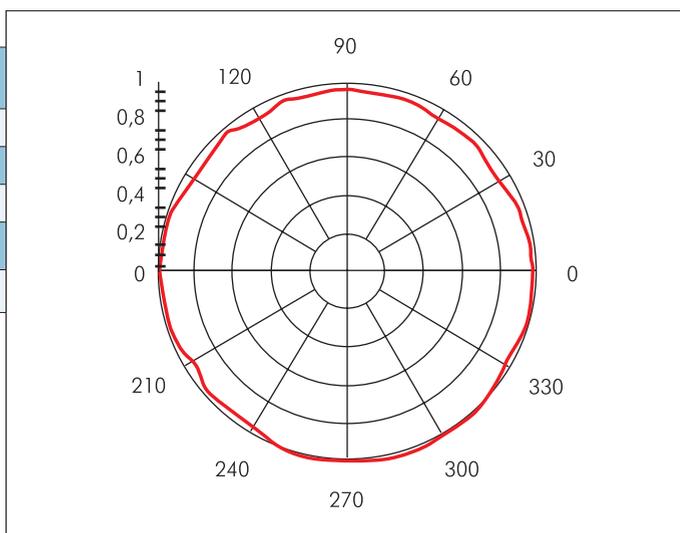
Новые модели детекторов мощности компании Hittite отличаются широким диапазоном уровней ослабления входного сигнала и наличием встроенных в интегральную микросхему функциональных преобразователей. Так, динамический диапазон входного сигнала модели HMC611LP4E для диапазона частот 1 МГц–10 ГГц составляет 70 дБ. В микросхему детектора входит логарифмический преобразователь выходного сигнала с коэффициентом преобразования -25 мВ/дБ. Минимальный уровень входного сигнала детектора -65 дБмВт. Модель HMC610LP4E предназначена для сигналов с полосой частот 0–3,9 ГГц. Динамический диапазон входных сигналов микросхемы составляет  $69 \pm 1$  дБ, минимальный уровень входного сигнала – -60 дБмВт. В микросхему встроен измеритель среднеквадратического значения мощности с коэффициентом преобразования 37 мВ/дБ.

### ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ СВЧ-СИГНАЛОВ

В дополнение к 73 ранее выпущенным моделям переключателей от SPST до SP8T для частот от 0 до 20 ГГц и матриц 4×2 выпущена новая модель HMC646LP2E, которая представляет собой fail-safe (отказоустойчивый) ключ SPDT для сигналов с частотой 0,1–2,1 ГГц, входной мощностью до 46 дБмВт и мощностью ИРЗ = 74 дБмВт. Потери в замкнутом состоянии составляют 0,4 дБ, изоляция в разомкнутом состоянии – 20 дБ, длительность фронта переключения – 100 нс.

### СИНТЕЗАТОРЫ ЧАСТОТ

Компания предлагает новый двухканальный синтезатор сетки стабильных частот модели HMC-T1000A. Это устройство обеспечива-

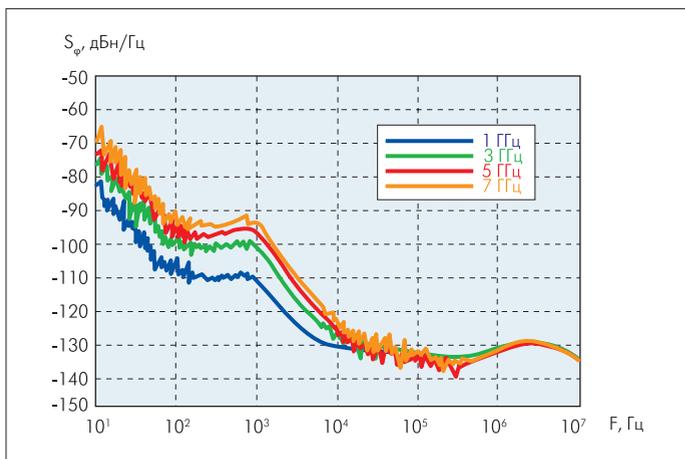


**Рис. 9. Амплитудно-фазовая характеристика управления для векторного модулятора HMC631LP3E**

ет в диапазоне частот 10 МГц–8 ГГц независимую программную установку по интерфейсу RS232 двух выходных сигналов с исключительно чистым спектром. Шаг сигналов по частоте составляет 0,001 Гц, время перестройки на соседний дискрет – не более 10 мкс, мощность – не менее 10 дБмВт во всем диапазоне частот и погрешность установки амплитуды – 0,01 дБ. Уровень односторонней спектральной мощности фазового шума выходного сигнала  $S_{\phi}(F)$  (рис.10) составляет -135 дБ/Гц при отстройке  $F = 100$  кГц и -107 дБ/Гц при отстройке 1 кГц (опционально -112 дБ/Гц при отстройке 1 кГц). Уровень побочных спектральных составляющих (Spurious) не превышает -75 дБн. Синтезатор может быть сконфигурирован для формирования сигналов с частотной или квадратурной (I/Q) фазовой модуляцией в диапазоне частот до 18 ГГц.

### СЕРВИСНАЯ ПОДДЕРЖКА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Традиционно на сайте компании Hittite Microwave потенциальным потребителям предоставлена значительная сервисная поддержка. Так, можно воспользоваться встроенной программой расчета результирующей зависимости уровня фазового шума вблизи несущей от отстройки для синтезатора с ФАПЧ и делителем частоты в кольце при использовании ГУН производства компании. Предлагается полезная программа оценки положе-



**Рис. 10. Фазовый шум вблизи несущей для синтезатора частот НМС-Т1000А**

ния по частоте и уровня мощности мешающих спектральных составляющих на выходе смесителей различных моделей, работающих при различных режимах входного сигнала. Разработаны и предлагаются шесть отладочных комплектов (Designers Kits) для разных видов изделий. Представлены многочисленные примеры структур и примеры подбора электронных компонентов для приемно-передающих устройств сантиметрового и миллиметрового диапазонов. Возможна разработка изделий по требованию заказчика. Для удобства разработчиков представлена табли-

ца соответствия моделей компании Hittite аналогам производства фирм Mini-Circuits, Sirenza, WJ, Skyworks, M/A-com, Analog Devices, Maxim, Linear Technology.

Компания Hittite Microwave активно совершенствует технический и технологический уровень разрабатываемых и производимых электронных компонентов микроволнового диапазона для частот от 1 до 90 ГГц. Ассортимент продукции имеет разнообразное функциональное назначение, что позволяет создавать сложные устройства, хорошо сопрягаемые по характеристикам, параметрам питания и конструктивному исполнению. Изделия компании по своему уровню соответствуют лучшим мировым достижениям в данном секторе рынка и могут использоваться в самых сложных условиях эксплуатации. Вопросы приобретения изделий компании Hittite Microwave могут быть решены с помощью компании "РАДИОКОМП" [4].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. www.hittite.com
2. Белов Л. Hittite – портрет фирмы. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005, № 8, стр.46–51.
3. Обзоры компонентной базы твердотельной электроники СВЧ. ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2004, №1, с. 42; №2, с.44; №3, с. 38; 2006, №1, с. 20; №2, с.32; №5, с.46.
4. www.radiocomp.net