

УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ ВЧ/СВЧ-ДИАПАЗОНА КОМПАНИИ SARAS TECHNOLOGY

В различных радиотехнических системах широко используются усилители мощности ВЧ/СВЧ-диапазона, от показателей качества которых в значительной степени зависит выполнение задач такими системами. В современных условиях требования к подобным устройствам постоянно возрастают. В статье рассмотрены изделия компании Saras Technology, которая существенно продвинулась в направлении разработки и выпуска высокоэффективных усилителей мощности.

Британская компания Saras Technology [1] известна в мире как производитель радиоэлектронных устройств ВЧ/СВЧ-диапазона. Свою деятельность она начала в 1998 году, а с 2004-го стала заниматься собственным производством радиоэлектронных компонентов и устройств. На территории Великобритании компания Saras Technology имеет все необходимые исследовательские, конструкторские и производственные подразделения, сосредоточив свои усилия на разработке и выпуске мощных твердотельных усилителей и фильтров.

Основные особенности деятельности компании по направлению высокочастотных усилителей заключаются в следующем:

- диапазон рабочих частот: до 20 ГГц и выше;
- мощность усилителей: до 200 Вт;
- выпуск узкополосных и широкополосных моделей;
- наличие высоколинейных усилителей для систем с многопозиционными цифровыми схемами модуляции;
- выпуск усилителей для непрерывного и импульсного режимов функционирования;
- наличие моделей, поддерживающих многие протоколы мобильной связи.

В усилителях компании применяются транзисторы на основе нитрида галлия (GaN), которые позволяют достичь высоких качественных показателей. Усилители изготавливаются в виде компактных надежных модулей и могут использоваться в радиоаппаратуре как на стационарных, так и на мобильных объектах, к примеру, на беспилотных летательных аппаратах. Усилители X-диапазона могут применяться в наземном оборудовании спутниковых систем связи, где заменяют усилители на лампах бегущей волны.

Таблица 1. Характеристики линейных усилителей мощностью 0,5–3 Вт

Модель	Диапазон рабочих частот, МГц	Минимальный коэффициент усиления, дБ	Выходная мощность P1dB, дБм	Мощность сигнала COFDM, Вт	Напряжение питания, В
SPA0345-7-35	300–450	7	35	0,5	10–16
SPA1015-7-35	1000–1500	7	35	0,5	10–16
SPA2025-7-35	2000–2500	7	35	0,5	10–16
SPA3035-7-35	3000–3500	7	35	0,5	10–16
SPA4450-7-35	4400–5000	7	35	0,5	10–16
SPA0203-12-37	210–250	12	37	1	10–16
SPA0304-11-37	340–470	11	37	1	10–16
SPA0307-12-37	300–700	12	37	1	10–16
SPA0408-12-37	400–800	12	37	1	10–16
SPA1025-11-37	1000–2550	11	37	1	10–16
SPA3035-11-37	3000–3500	11	37	1	10–16
SPA4450-12-39	4400–5000	12	39	1	10–16
SPA5560-12-39	5500–6000	12	39	1	12
SPA8186-12-39	8100–8600	12	39	1	12
SPA0304-13-40	340–470	13	40	2	10–16
SPA1015-13-40	1000–1500	13	40	2	10–16
SPA1624-13-40	1600–2400	13	40	2	10–16
SPA2025-13-40	2000–2500	13	40	2	10–16
SPA4450-13-40	4400–5000	13	40	2	10–16
SPA8186-13-40	8100–8600	13	40	2	12
SPA0304-16-42	349–470	16	42	3	12

Таблица 2. Характеристики линейных усилителей мощностью 5 и 10 Вт

Модель	Диапазон рабочих частот, МГц	Минимальный коэффициент усиления, дБ	Выходная мощность P1dB, дБм	Мощность сигнала COFDM, Вт	Напряжение питания, В
SPA0304-18-47	340–470	18	47	5	10–16
SPA1014-18-47	1000–1400	18	47	5	10–16
SPA2025-30-47	2000–2500	30	47	5	10–16
SPA3035-18-47	3000–3500	18	47	5	10–16
SPA4450-18-47	4400–5000	18	47	5	12–16
SPA1015-30-50	1000–1500	30	50	10	12–16
SPA2025-30-50	2000–2500	30	50	10	12–16
SPA4450-20-50	4400–5000	20	50	10	12–16

Высокочастотные усилители мощности Saras Technology находят применение в радиооборудовании коммерческого, промышленного и военного назначения: в оборудовании тактических систем связи, системах видеонаблюдения, аппаратуре телерадиовещания, цифровых системах передачи информации со сложными схемами модуляции, системах радиоподавления и другой специальной аппаратуре для военных структур и служб безопасности.

Далее приведен краткий обзор основных групп усилителей компании.

ЛИНЕЙНЫЕ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ

Большая и значимая группа изделий — это линейные усилители мощности. Высококачественные линейные и ультралинейные усилители мощности применяются в гражданских и специальных приложениях, где требуется надежная передача цифровой информации. В частности, это системы для передачи видеоинформации. Высоколинейные усилители компании предназначены для использования со многими схемами модуляции, включая COFDM, QPSK, BPSK и QAM. Фактически линейные усилители компании Saras Technology обеспечивают новое качество функционирования для потребителей, использующих высокочастотные цифровые системы передачи информации. В этих усилителях предусмотрены специальные методы линеаризации, обеспечивающие снижение уровня искажений и очень высокое качество сигналов при использовании сложных, многоуровневых методов модуляции. Устройства изготавливаются в компактных и надежных корпусах при минимизации энергопотребления.

Эти усилители характеризуются высоким значением КПД и различными коэффициентами усиления.

В группу линейных усилителей входят модели с различной мощностью для систем с COFDM: усилители с небольшой мощностью — 0,5–3 Вт (табл. 1) и усилители с более высокой мощностью — 5 и 10 Вт (табл. 2).

Данные модели линейных усилителей имеют общий приблизительный размер 96×49×12,5 мм (без учета соединителей). В этой подгруппе лишь одна модель с мощностью 3 Вт, причем относительно низкочастотная.

Как видно, большинство моделей линейных усилителей выполнено на выходную мощность 0,5–3 Вт, подгруппа более мощных усилителей в два раза меньше предыдущей. Усилители с мощностью 5 и 10 Вт имеют несколько большие общие габариты, чем модели с низкой мощностью, — 190×101×23 мм. Также более мощные усилители характеризуются практически вдвое большим коэффициентом усиления, который у нескольких устройств достигает 30 дБ.

Управление усилителями осуществляется с помощью сигналов TTL. Также в этих устройствах для повышения надежности применяются дополнительные способы защиты: от смены полярности питания, короткого замыкания, повышения напряжения питания.

ШИРОКОПОЛОСНЫЕ УСИЛИТЕЛИ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

Компания разработала широкополосные усилители относительно высокой мощности, предназначенные для многодиа-

пазонных систем связи, мобильных систем радиоподавления, для анализа электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств и систем. Данные усилители могут применяться в системах с непрерывными сигналами, с амплитудной и частотной модуляцией, в таких системах связи, как LTE/UMTS.

Функционирование этих усилителей в широкой полосе достигается за счет качественной разработки согласующих цепей, что во многом реализуется с помощью собственного программного обеспечения компании.

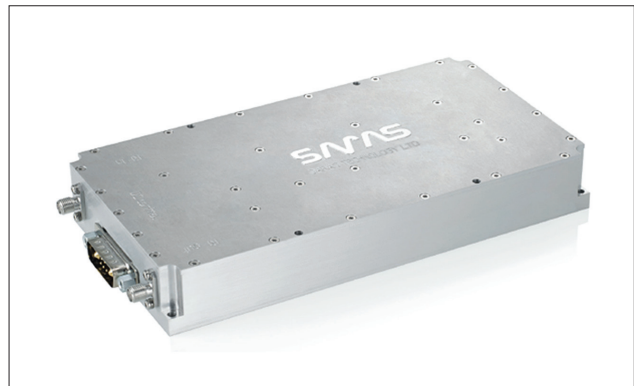
Характеристики широкополосных усилителей мощности приведены в таблице 3.

Усилитель с мощностью 100 Вт показан на рис. 1.

Устройства изготовлены в относительно компактных алюминиевых корпусах. На радиочастотных портах мощных усилителей используются соединители SMA Female. Диапазон рабочих температур моделей составляет –40...+70 °С. Дополнительно усилители могут изготавливаться с внешними радиаторами, а также с индикаторами температуры и мощности. По требованию заказчиков в усилителях могут быть встроены фильтры и реализованы другие функции.

УСИЛИТЕЛИ ДЛЯ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВЕЩАНИЯ

Еще одна группа — усилители для систем вещания, беспроводной передачи видеоизображений и речи. Так, в эту группу входят специализированные линейные усилители мощности для локальных вещательных систем. Данные устройства могут успешно применяться в радиоаппаратуре на различных объектах и позволяют расширить область действия имеющихся



▲ Рис. 1. Широкополосный усилитель мощностью 100 Вт (модель SPA082)



▲ Рис. 2. Компактный усилитель мощностью 1 Вт (модель SPA001)

Таблица 3. Характеристики широкополосных мощных усилителей

Модель	Диапазон рабочих частот, ГГц	Выходная мощность в режиме насыщения, Вт	Коэффициент усиления для слабого сигнала, дБ	Коэффициент шума, дБ	Уровень гармоник, дБн	Уровень паразитных составляющих, дБн	Напряжение питания, В; потребляемый ток, А	Размеры, мм; масса, г
SPA080	2–6	10	45	3	–15 (вых. мощность 46дБм)	–60	28; 4	160×90×26, 485
SPA082	0,7–2,7	100	56	7	–15 (вых. мощность 46дБм)	–60	35; 9	180×95×26, 800
SPA095	0,7–2,7	200	56	10	–15 (вых. мощность 46дБм)	–60	35; 16	214×160×30, 1600

Таблица 4. Характеристики линейных усилителей мощности для систем вещания

Модель	Диапазон рабочих частот, МГц	Выходная мощность, Вт	Коэффициент усиления, дБ	Напряжение питания, В; потребляемый ток, А	Размеры, мм	Тип радиочастотных соединителей
SPA001	470–870	1	18	12; 0,37	95×55×30	SMA Female — входной, BNC Female — выходной
SPA005	550–870	до 20, минимальная 5	28	30; 1,5	200×110×53	N-типа Female
SPA007, с переменным коэффициентом усиления	400–1000	5	18–42	Переменный ток 85–264 В, 47–63 Гц	200×134×48; вес 1,5 кг	BNC Female

маломощных передатчиков. Таким пространственным объектом может быть спортивная арена или гольф-клуб. Указанные устройства имеют мощность 1–20 Вт (табл. 4).

В качестве дополнения на рис. 2 приведен компактный усилитель с выходной мощностью 1 Вт. В его конструкцию также интегрированы радиатор и фильтр нижних частот.

В модели SPA007 коэффициент усиления может изменяться с шагом 1 дБ в достаточно широких пределах. Значение коэффициента усиления устанавливается с помощью LED-дисплея.

РАЗРАБОТКА УСИЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Одним из направлений по данной тематике является разработка твердотельных усилителей мощности, позволяющих заменять усилители на ЛБВ. В частности, для использования в оборудовании наземных станций военных систем спутниковой связи разработан усилитель X-диапазона мощностью 100 Вт (рис. 3). Устройство может быть использовано в оборудовании фиксированных и мобильных станций спутниковой связи. Усилитель характеризуется высоким коэффициентом усиления и весьма высокой стабильностью.

Для этой модели диапазон рабочих частот 7900–8400 МГц, выходная мощность 50 дБм, минимальное значение линейного коэффициента усиления 53 дБ, вариации коэффициента усиления при температуре во всей полосе рабочих частот 1 дБ (от пика до пика), КСВН 1,3:1; подавление гармонических составляющих 65 дБн, уровень интермодуляционных искажений при тестировании двухтональным сигналом –25 дБн, напряжение питания 24 В, максимальная потребляемая мощность 1000 Вт, диапазон рабочих температур –30...+65 °С, приблизительные размеры 240×190×25 мм.

Усилитель оснащен входным радиочастотным соединителем SMA Female и выходным соединителем CPR-112G для перехода на волновод (рис. 3). Данное усилительное устройство имеет встроенную систему тестирования.

УСИЛИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ РАДАРОВ

Компания разрабатывает и изготавливает усилительные модули для импульсных радаров, функционирующих в X-диапазоне. Например, импульсный усилитель с диапазоном рабочих частот 8,5–9,1 ГГц имеет входную мощность 0 дБм ±2 дБ, а выходную импульсную мощность 50–120 Вт (47–50,8 дБм), его коэффициент усиления для слабого сигнала не менее 55 дБ. Длительность импульса составляет 0,5–20 мкс, постоянный коэффициент заполнения 10%, максимальная частота повторения импульсов 20 кГц.

Другой усилитель, предназначенный для метеорологического радара (модель SPA9395–56–53), имеет диапазон рабочих ча-

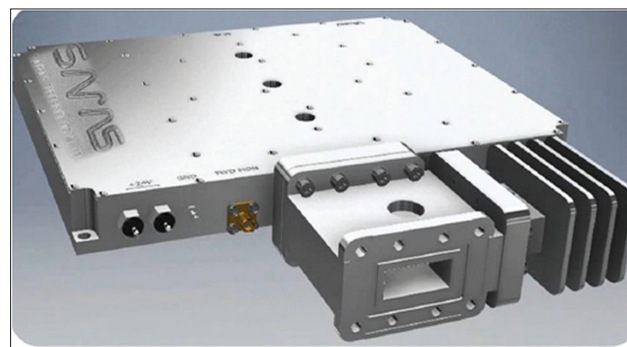


Рис. 3. Твердотельный усилитель мощности для наземных станций спутниковой связи

стот 9,3–9,5 ГГц. Мощность его входного импульсного сигнала –3 дБм, типовая выходная импульсная мощность 200 Вт (минимальная 180 Вт), коэффициент усиления 56 дБ, КСВН по входу и выходу 1,5:1. Максимальная длительность импульса составляет 100 мкс, максимальный коэффициент заполнения 10%, время переключения 250 нс. Подавление гармонических составляющих до 60 дБн, а паразитных составляющих до 80 дБн, отклонение фазы 20°. Минимальный КПД составляет 20% при номинальном выходном сигнале. Управление устройством осуществляется с помощью сигналов TTL. Диапазон рабочих температур –20...+70 °С.

УСИЛИТЕЛИ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ПОТЕРЬ В КАБЕЛЯХ

Помимо усилителей мощности, компания выпускает усилители, предназначенные для компенсации потерь в кабелях, используемых в радиосистемах. Эти решения предназначены для различных частот в диапазоне UHF, в том числе изготавливаются и широкополосные модели. Они включаются в линию прохождения высокочастотного сигнала, и питание осуществляет-



Рис. 4. Усилитель для включения в линию сигнала (модель SLA002-8-10)

Таблица 5. Характеристики усилителей, включаемых в высокочастотную линию

Модель	Диапазон рабочих частот, МГц	Коэффициент усиления, дБ	Точка пересечения по интермодуляции 3-го порядка по выходу, дБм	Максимальный коэффициент шума, дБ	Напряжение питания, В; потребляемый ток, мА	Размеры, мм, масса, гр.	Тип соединителей
SLA002-8-10	582–870	10	28	5	12; 40	51×25×25, 150	N-типа
SLA003-8-10	470–900	10	30	4	12; 65	51×25×25, 150	TNC-Female
SLA004-10-12	110–860	12	40	5	12; 120	51×25×25, 150	BNC

ся непосредственно по этой линии. Для контроля питающего напряжения предусмотрен LED-индикатор. Характеристики усилителей представлены в таблице 5, а внешний вид показан на рис. 4.

Эти изделия отличаются удобной конструкцией, небольшими размерами, малым весом, небольшим или умеренным энергопотреблением.

Для сетей мобильной связи выпускаются модели усилителей мощности для систем 3G/UMTS, LTE и многодиапазонных систем. При этом учитываются требования пользователей: из-

готовление усилителей в стандартных 19-дюймовых стойках, контроль выходной мощности, наличие функции by-pass и т. д.

В заключение можно сказать, что усилители компании Saras Technology могут представлять интерес для различных потребителей в России. Представителем компании в России является ООО «Аврэк» [2]. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт компании Saras Technology. www.sarastech.co.uk/
2. Сайт компании «Аврэк». www.avrex.ru/