

# ВЧ-усилители от Analog Devices: обзор новинок

Д. Садеков<sup>1</sup>

УДК 621.375 | ВАК 05.27.01

Компания Analog Devices предлагает все необходимые компоненты для построения сигнальной цепи преобразования ВЧ/СВЧ-сигналов и создания устройств, работающих на частотах до 100 ГГц. Дискретные и интегрированные решения производятся на основе передовых технологий, таких как GaAs, GaN, SiGe, кремний-на-изоляторе, КМОП и БиКМОП. ВЧ-компоненты от Analog Devices находят широкое применение в системах связи, контрольно-измерительной аппаратуре, промышленных системах и других приложениях. Высокочастотные усилители занимают значительную часть ассортимента продукции Analog Devices в области ВЧ/СВЧ-решений. В статье представлен обзор новинок в линейке ВЧ-усилителей, выпущенных компанией за последнее время.

**В** ассортимент ВЧ-усилителей Analog Devices входит более 400 различных устройств – от маломощных усилителей (МШУ) и драйверов до усилителей промежуточной частоты и усилителей мощности, работающих в частотном диапазоне от нескольких кГц до 100 ГГц. Устройства оптимизированы по полосе пропускания, КПД, мощности, линейности, уровню шума и другим характеристикам, что позволяет удовлетворить самые жесткие требования. Наиболее часто эти устройства применяются в системах связи, контрольно-измерительных приборах, промышленных системах, но помимо этого, они также могут использоваться в различных потребительских устройствах.

Новинки в линейке ВЧ-усилителей, выпущенных в течение прошедшего года, представлены в табл. 1. Среди этих устройств усилители мощности, дифференциальные усилители, маломощные усилители, интерфейсы приемников ММО-систем.

Усилители мощности Analog Devices выпускаются на основе нитрид-галлиевой (GaN) и арсенид-галлиевой (GaAs) технологии и охватывают диапазон частот до 95 ГГц. Компания предлагает компоненты для поверхностного монтажа, бескорпусные компоненты (кристаллы), а также устройства в модульном исполнении. Усилители мощности характеризуются отличной линейностью при высокой выходной мощности, обеспечивают эффективное рассеивание тепла, высокую надежность при повышенных температурах и могут применяться в различном проводном и беспроводном оборудовании. Широкополосные усилители используются, как правило,

в контрольно-измерительном оборудовании, а узкополосные – в телекоммуникационном и спутниковом оборудовании связи.

Пример новой разработки Analog Devices в линейке ВЧ-усилителей мощности – ADCA3270. 24-В удвоитель мощности обеспечивает высокую выходную ВЧ-мощность до 73 дБм в комбинированном режиме и предназначен для прямой замены ВЧ-усилителей RFCM3327 и RFCM3328. ADCA3270 отличается прекрасной линейностью, стабильностью и очень низкими искажениями – типовое значение коэффициента нелинейных искажений второго порядка достигает –80 дБн.

Микросхема создана с применением технологий GaAs и GaN на основе псевдоморфных транзисторов с высокой подвижностью электронов (pHEMT-транзисторов). Для оптимизации соотношения искажений и потребляемой мощности в устройстве предусмотрена возможность внешней регулировки потребляемого тока и напряжения питания. ADCA3270 обеспечивает высокий коэффициент усиления (25 дБ на частоте 1218 МГц), что позволяет упростить проектное решение для оборудования сетей DOCSIS 3.1.

ADCA3270 поставляется в компактном 9-выводном корпусе типа LGA со стандартным посадочным местом и улучшенными тепловыми характеристиками. Усилитель ADCA3270 предназначен для применения в коммуникационной инфраструктуре кабельного ТВ с рабочим диапазоном частот от 45 до 1218 МГц, удаленных устройствах физического уровня и сетях DOCSIS 3.1.

Еще одна новинка – ADPA7008. Это GaAs-усилитель мощности с распределенными параметрами на основе pHEMT-транзисторов. Он обеспечивает выходную мощность в режиме насыщения до 31 дБм. Усилитель оснащен

<sup>1</sup> Холдинг «Золотой Шар», менеджер по развитию, тел.: +7495 234-01-10 (доб. 260), sadekov@zolshar.ru.

встроенным термокомпенсированным детектором мощности, работающим в диапазоне частот от 20 до 54 ГГц. Устройство обеспечивает коэффициент усиления в режиме малого сигнала 17,5 дБ, типовое значение точки перегиба составляющих третьего порядка по выходу (OIP3) составляет 37 дБм для диапазона частот от 22 до 40 ГГц.

ADPA7008 потребляет 1,5 А при напряжении питания 5 В. ВЧ-входы и выходы внутренне согласованы на 50 Ом, что облегчает интеграцию компонента в систему. Усилитель предлагается как в виде кристалла, так и в 18-выводном керамическом корпусе для поверхностного монтажа (7×7 мм) с радиатором, который обеспечивает низкое тепловое сопротивление. ADPA7008 подходит для применения в контрольно-измерительной аппаратуре и коммуникационном оборудовании.

Еще одна категория ВЧ-усилителей от Analog Devices – дифференциальные усилители. Эти устройства позволяют

преобразовывать несимметричные или дифференциальные входные сигналы в соответствующие дифференциальные выходные сигналы. Они обеспечивают прецизионные статические характеристики, имеют высокие коэффициенты подавления синфазного сигнала и пульсаций по питанию. Благодаря дифференциальной архитектуре входных и выходных каскадов эти усилители позволяют улучшить характеристики системы за счет уменьшения коэффициента гармонических искажений АЦП. Дифференциальные выходы позволяют удвоить размах выходного сигнала стандартных усилителей, что обеспечивает максимальный размах сигнала при низком напряжении питания. Кроме драйверов АЦП, дифференциальные усилители от Analog Devices находят применение в качестве широкополосных I/Q-усилителей в коммуникационном оборудовании, быстросрабатывающих системах сбора данных, автоматизированном тестовом оборудовании и др.

**Таблица 1.** Новинки в линейке ВЧ-усилителей Analog Devices

Наименование компонента	Число каналов	Диапазон частот, ГГц	Коэффициент усиления, дБ (тип.)	OIP3, дБм (тип.)	Напряжение питания, В	Ток потребления, А (тип.)	Тип корпуса
ADCA3270	1	0,045–1,218	25	–	18–26	0,48	9-LGA_CAV (9×8 мм)
ADPA1107	1	4,8–6	30,5	–	24–32	0,35	40-LFCSP (6×6 мм)
ADPA7008-Die	1	20–54	18	38	4–5	1,5	Бескорп.
ADPA7008AENZ	1	20–54	17,5	37	4	1,5	18-LCC (7×7×1,32 мм)
ADCA3950	1	0,045–1,218	25	–	18–26	0,47	7-SOT-115J (модуль)
ADL5580	1	0–10	10	43,6	4,75–5,25	0,276	20-LGA (4×4×0,81 мм)
ADRF5515A	–	3,3–4	–	–	–	–	40-LFCSP (6×6 мм)
ADCA3952	1	0,045–1,218	25	–	18–26	0,47	8-SOT-115J (модуль)
ADPA7009-Die	1	20–54	19,5	35	3–5	0,75	Бескорп.
ADRF5515	2	3,4–3,8	33	32	4,75–5,25	0,036	40-LFCSP (6×6 мм)
ADRF5519	2	2,3–2,8	35	32	4,75–5,25	0,11	40-LFCSP (6×6 мм)
ADPA7004-Die	1	40–80	18,5	31	3–4	0,55	Бескорп.
ADL9005	1	0,01–26,5	18,5	25	4,5–8,5	0,08	24-LFCSP (4×4 мм)

Среди новинок в категории дифференциальных усилителей – ADL5580. Это усилитель с несимметричным или дифференциальным входом и полностью дифференциальным выходом с коэффициентом усиления по напряжению 10 дБ. Усилитель обеспечивает низкую спектральную плотность шума относительно входа на уровне  $2,24 \text{ нВ} / \sqrt{\text{Гц}}$  (на частоте 1000 МГц) и оптимизирован для работы в качестве драйвера высокоскоростных 12-/16-битных АЦП. ADL5580 подходит для использования в высококачественных приемниках с нулевой ПЧ и других сложных приемных устройствах. Кроме того, этот усилитель отличается низким уровнем искажений в приложениях с несимметричным входом.

С помощью двух внешних последовательных резисторов можно снизить коэффициент усиления с 10 дБ до более низких значений при включении усилителя с дифференциальным входом. Устройство обеспечивает низкий уровень искажений благодаря выходному синфазному напряжению, равному 0,5 В, что обеспечивает гибкие возможности при использовании в качестве драйвера АЦП. ADL5580 имеет биполярное питание: 5 и –1,8 В, при этом токи потребления в типовом случае составляют 276 и –224 мА соответственно. Устройство оснащено функцией отключения питания, при отключении усилитель потребляет 2 мА.

ADL5580 оптимизирован для работы в широком диапазоне частот с низким уровнем искажений и шума в диапазоне частот от постоянного тока до 10 ГГц. Эти характеристики вместе с возможностью регулировки усиления делают это устройство оптимальным выбором для применения в качестве драйвера АЦП, смесителей, аттенюаторов на рпн-диодах, ПАВ-фильтров и других ВЧ-компонентов.

ADL5580 производится по высокоскоростной SiGe-технологии, поставляется в компактном 20-выводном корпусе LGA (4×4 мм) и работает в диапазоне температур от –40 до 85 °С.

Линейка маломощных усилителей компании Analog Devices охватывает частотный диапазон до 95 ГГц. Эти компоненты имеют различные коэффициенты усиления и полосы пропускания с коэффициентом шума до 0,7 дБ. Большинство МШУ имеют топологию самосмещения и внутренне согласованы на 50 Ом. Они используются в различных приложениях, включая телекоммуникационное оборудование и контрольно-измерительную аппаратуру.

Пример новой разработки в области маломощных усилителей – ADL9005, широкополосный МШУ, работающий в диапазоне частот от 0,01 до 26,5 ГГц. Микросхема, которая производится по GaAs-технологии на основе рНЕМТ-транзисторов, обеспечивает коэффициент усиления 17,5 дБ (тип.) в диапазоне от 0,01 до 14 ГГц с положительным наклоном АЧХ при частоте от 14 до 20 ГГц. Типичное

значение выходной мощности составляет 13,5 дБм при компрессии 1 дБ (OIPdВ) в диапазоне от 0,01 до 20 ГГц, коэффициент шума – 2,5 дБ (от 0,01 до 14 ГГц).

Микросхема потребляет всего 80 мА при напряжении питания 5 В. Выходная мощность в режиме насыщения до 16 дБм позволяет МШУ функционировать в качестве драйвера гетеродина для различных типов смесителей от Analog Devices (балансных, I/Q, с подавлением зеркальной частоты). Входы и выходы ADL9005 внутренне согласованы на 50 Ом, что делает усилитель подходящим для применения в радиосистемах с высокой пропускной способностью.

ADL9005 поставляется в корпусе LFCSP размером 4×4 мм, соответствующем директиве RoHS. Ключевые области применения: связь и контрольно-измерительная аппаратура.

Еще одна категория устройств Analog Devices, в состав которых входят ВЧ-усилители, – микросхемы ВЧ-интерфейса для решений с фазированными антенными решетками. Эти микросхемы ВЧ-интерфейса устанавливаются непосредственно на антенном элементе радиолокационного оборудования и обеспечивают быстрое переключение между режимами передачи и приема. Усилитель мощности на стороне передатчика очень эффективен при работе с короткими импульсами. Маломощный усилитель на стороне приемника имеет низкий коэффициент шума и высокую линейность, поэтому он не искажает входящий отраженный сигнал.

Среди новинок этой группы изделий – несколько микросхем ВЧ-интерфейса приемников массивных ММО-систем для сетей 5G. В этих устройствах интегрированы маломощные усилители и ключи с высокой мощностью переключения. Устройства работают от одного источника питания и оснащены КМОП-интерфейсом управления, что упрощает их использование в многоканальных решениях.

Пример новой разработки – ADRF5515, двухканальный модульный ВЧ-интерфейс приемника на 20 Вт, предназначенный для приложений дуплексной передачи с временным разделением каналов (TDD). Устройство рассчитано на работу в диапазоне частот от 3,3 до 4,0 ГГц. ADRF5515 содержит двухкаскадный МШУ и мощный кремниевый SPDT-ключ.

В режиме большого усиления двухкаскадный МШУ и ключ обеспечивают низкий коэффициент шума 1 дБ и высокий коэффициент усиления 33 дБ на частоте 3,6 ГГц с точкой перехвата составляющих третьего порядка по выходу (OIP3) 32 дБм (тип.). В режиме малого усиления один каскад двухкаскадного МШУ шунтируется, обеспечивая усиление 16 дБ при более низком токе потребления 36 мА. В режиме пониженного энергопотребления МШУ отключаются, и устройство потребляет не более 12 мА.

В режиме передачи, когда ВЧ-входы подключаются к выводу оконечной нагрузки (TERM-SHA или TERM-SHB), ключ обеспечивает низкие вносимые потери на уровне 0,45 дБ и среднюю мощность в режиме LTE на уровне 43 дБм в течение всего срока эксплуатации.

ADRF5515 совместим по выводам с еще одним новым ВЧ-интерфейсом, ADRF5519, работающим в диапазоне частот от 2,3 до 2,8 ГГц, а также с ADRF5545A, 10-Вт версией этого устройства, рассчитанной на работу в диапазоне частот от 2,4 до 4,2 ГГц.

Для ADRF5515 не требуется дополнительных согласующих компонентов на ВЧ-входах, которые внутренне согласованы на 50 Ом. Порты ANT и TERM также имеют внутреннюю связь по переменному току. Таким

образом, внешние конденсаторы для портов приемника требуются только для блокировки по постоянному току.

Устройство поставляется в совместимом с RoHS компактном 40-выводном корпусе LFCSP размером 6 × 6 мм. Основные области применения ADRF5515: беспроводная инфраструктура, MIMO-системы на базе TDD, активные антенные системы.

\*\*\*

Продукцию компании Analog Devices в Россию поставляет независимый дистрибьютор – холдинг «Золотой Шар» (www.zolshar.ru), один из ведущих поставщиков импортных и отечественных электронных компонентов. ●

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 975 руб.

# МОЩНЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ СВЧ-УСИЛИТЕЛИ

Сечи Ф., Буджатти М.

При поддержке АО «НПП «Исток» им. Шокина»

Перевод с англ. под ред. д. т. н. А. А. Борисова

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2018. – 416 с.,  
ISBN 978-5-94836-415-5

В книге рассмотрены все традиционные вопросы, связанные с разработкой усилителей мощности, начиная от получения моделей приборов на большом сигнале и заканчивая обсуждением сумматоров мощности и методов проектирования.

Большое внимание в издании уделено рассмотрению физических основ приборов, фазовых шумов, схем смещения и тепловому проектированию. Также в книге особое внимание уделяется рассмотрению фундаментальных принципов. Издание затрагивает необычайно большое количество областей, связанных с физикой полупроводников и активных устройств.

Книга представляет интерес для специалистов, которые занимаются разработкой усилителей мощности для базовых станций сотовой связи. В особенности это относится к рассмотрению моделей на больших сигналах, проблем, связанных с фазовыми шумами, методов проектирования усилителей мощности, специальных конструкций усилителей мощности и теплового проектирования. Также данная книга может послужить в качестве справочного пособия при углубленном изучении СВЧ-устройств.

### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; ☎ +7 495 956-3346; ✉ knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru