

# Сверхвысокочастотный усилитель мощности с переключателем

Иван Малыгин,  
к. т. н.

ivm@institute-rt.ru

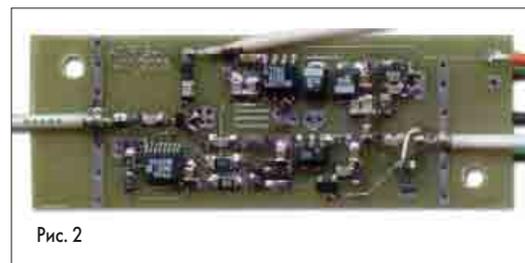
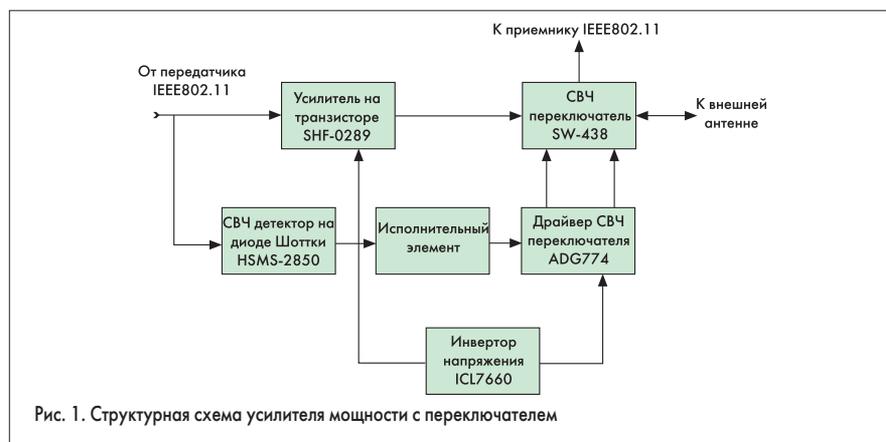
Специфика применения некоторых зарубежных средств связи в российских условиях состоит в необходимости дополнения функциональности этих средств разнообразными приставками отечественного производства. Так, например, беспроводные системы связи стандарта IEEE802.11 [1], выполненные в конструктиве PCMCIA-карт, применяются за рубежом для подключения портативных компьютеров к сетям общедоступного и корпоративного пользования в магазинах, университетах, аэропортах, складах и т. п. Так как они предназначены для работы с портативным компьютером, их схема минимизирована по потреблению энергии, с чем связана невысокая мощность передатчика (30–100 мВт). Вследствие же относительно невысокой цены такие устройства в России применяются повсеместно для любых применений беспроводной связи. И часто их невысокая выходная мощность — это единственное, что не удовлетворяет конечного заказчика. В этом случае на сцене появляются отечественные усилители мощности, предназначенные для совместного использования с миниатюрными устройствами IEEE802.11 и позволяющие значительно поднять их выходную мощность. О проектировании и испытании одного из таких усилителей и пойдет речь в этой статье.

Обычно устройства IEEE802.11 имеют один СВЧ-разъем, используемый для подключения антенны, переключение прием-передача происходит внутри устройства, так как это — система с временным разделением. Поэтому первая проблема, которую предстояло решить при разработке усилителя мощности — это разделение каналов приема и передачи с целью усиления последнего и по возможности минимального ослабления первого. Для описанного разделения можно использовать пассивные устройства — цир-

куляторы. О проектировании усилителей мощности с циркулятором было подробно рассказано в одном из предыдущих номеров журнала [2], поэтому в настоящей статье речь пойдет о другом способе — использовании активного переключателя.

Особенность использования СВЧ-переключателей состоит в необходимости формирования сигнала управления для переключения режимов прием-передача. Конечно, такой сигнал можно брать с самого устройства IEEE802.11, но в этом случае теряется удобство пользования усилителем, так как кроме СВЧ-кабелей необходимо подключение еще одного управляющего кабеля. Кроме того, в явном виде сигнал переключения прием-передача на разъем PCMCIA не выведен. Для получения сигнала управления переключателем в разработанном усилителе применен СВЧ-детектор, реализованный на диоде Шоттки типа HSMS-2850 фирмы Agilent. Диод Шоттки HSMS-2850, предназначенный для детектирования, модуляции, смешивания и деления частоты в диапазоне от 915 МГц до 5,8 ГГц на частоте 2,45 ГГц (средней рабочей частоте разработанного усилителя) обладает чувствительностью 35 мВ/мкВт. Более подробно о технических параметрах этого компонента можно прочитать в техническом описании [3] или в Интернете на сайте [www.agilent.ru](http://www.agilent.ru). Для согласования диода Шоттки на частоте 2,45 ГГц применена резонансная цепь, состоящая из двух полосков. Ее расчет приведен в инструкции к демо-плате [4], кроме того, для ее расчета можно использовать бесплатно распространяемый компанией Agilent микроволновый калькулятор AppCad.

Структурная схема разработанного усилителя показана на рис. 1, внешний вид — на рис. 2. В качестве активного элемента усилителя использован полевой транзистор SHF-0289 на арсениде галлия фирмы Stanford Microdevices. Этот перспективный компонент обеспечивает выходную мощность не менее 30 дБм на частоте 2,45 ГГц при входной мощности 20 дБм. Некоторым недостатком его применения можно назвать необходимость напряжения питания 8 В, но как показали эксперименты, он удов-



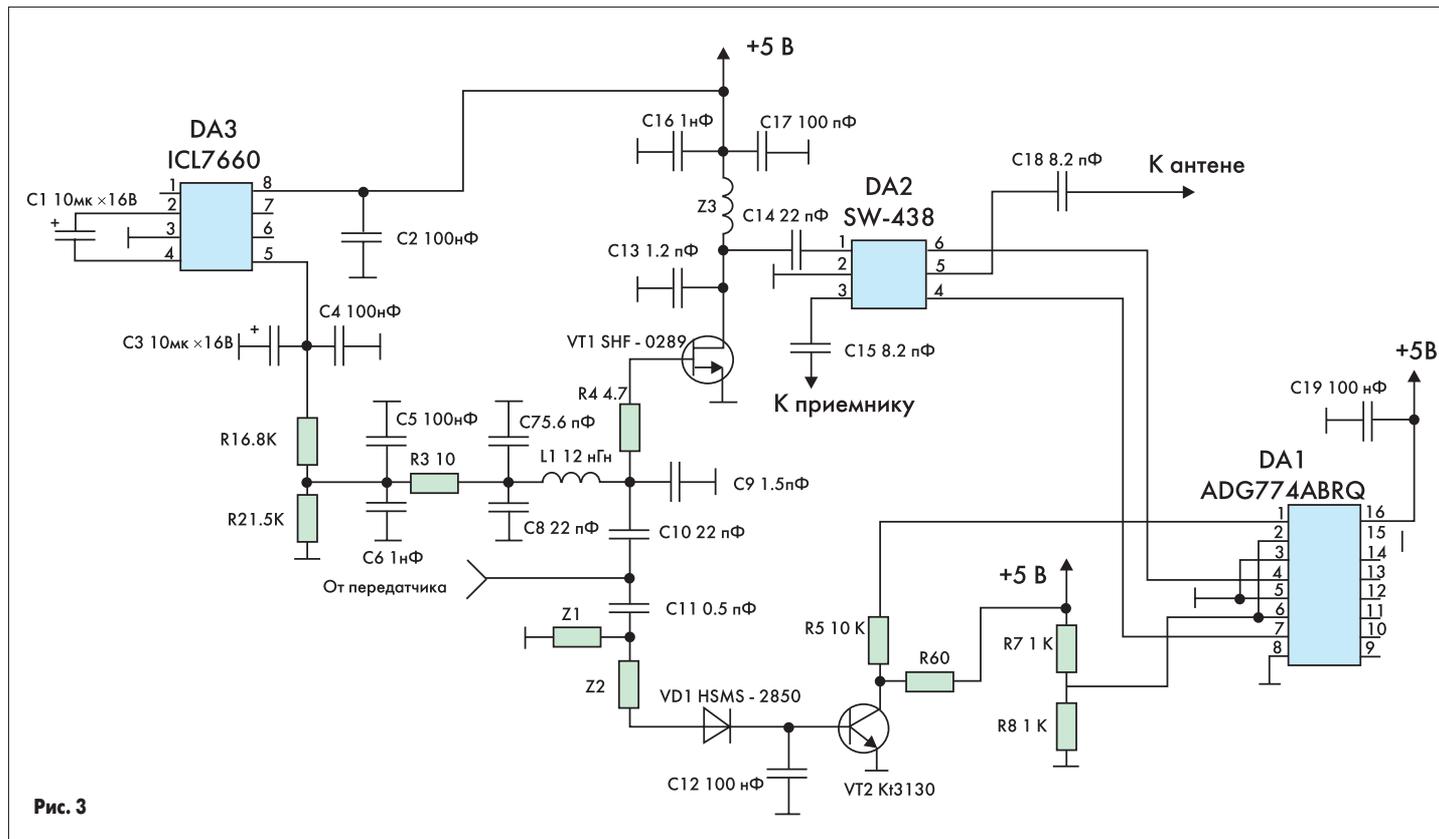


Рис. 3

лтворительно работает и при напряжении 5 В, если не требовать от него полной мощности на выходе. Схема включения транзистора, приведенная в документации по применению [5], достаточно сложна, при этом значениями некоторых компонентов при настройке необходимо варьировать для получения приемлемых параметров, но такова судьба всех полевых транзисторов.

С выхода транзисторного усилителя усиленный сигнал передатчика поступает на СВЧ-переключатель SW-438 фирмы MA-COM. Этот недорогой арсенид-галлиевый переключатель, размещенный в пластмассовом корпусе SOT-363 для поверхностного монтажа, обеспечивает малое затухание при прямом прохождении сигнала (не более 0,7 дБ на 2,4 ГГц), высокую изоляцию (не менее 25 дБ) и практически не потребляет энергии (менее 10 мкА на 3 В). Обычно полевые СВЧ-переключатели управляются отрицательным напряжением, поэтому еще одним из его достоинств можно назвать возможность управления как отрицательным, так и положительным напряжением — при проектировании своего драйвера это очень удобно. Подробную

техническую документацию [6] на этот компонент можно найти на сайте фирмы-производителя [www.macom.com](http://www.macom.com).

СВЧ-переключателем управляет драйвер, в роли которого в данной схеме выступает быстроедействующий мультиплексор аналоговых сигналов фирмы Analog Devices ADG774ABRQ. В его функции входит одновременное переключение сигналов 0 и +2,5 В на управляющих входах переключателя SW-438 по сигналу обнаружения мощности на входе СВЧ-детектора, передающегося через исполнительный элемент — транзистор KT-3130. Уровень +2,5 В формируется резистивным делителем R7/R8 (рис. 3). ADG774ABRQ обладает низким сопротивлением в открытом состоянии (2,2 Ом), может функционировать при напряжении как 5, так и 3 В, по управляющим входам совместим с ТТЛ/КМОП. Основное достоинство, отличающее ADG774ABRQ от своей первой реализации — ADG774BRQ, состоит в удвоенной полосе пропускания аналогового сигнала (400 МГц) и малого времени переключения (3 нс), что позволяет использовать такой мультиплексор в любых современных телекоммуникационных системах [7].

Результаты испытаний разработанного устройства показаны на графике рис. 4. Коэффициент усиления устройства в дБ и выходная мощность в дБмВт показаны на графике в зависимости от рабочей частоты. В заключение хотелось бы отметить, что использование фольгированного фторопласта толщиной 1 мм вместо фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм в качестве материала подложки усилителя позволило бы существенно улучшить полученные результаты.

Литература

- Шахнович И. Беспроводные локальные сети. Анатомия стандартов IEEE802.11 // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2003. № 1.
- Малыгин И. В. Разработка и исследование усилителей мощности СВЧ радиомодемов стандарта IEEE802.11 // Компоненты и технологии. 2002. № 9.
- Surface Mount Microwave Schottky Detector Diodes HSMS-2850 Series. Technical Data. Communications Components Designer's Catalog. Hewlett Packard. 5966-0895E (9/97).
- 2.45 GHz Detector Demonstration Board. Assembly and Operating Instructions. HSMS-2850. Semiconductor Products Designer's Catalog. Agilent Technologies. CD. 5968-7805E (11/99).
- SHF-0289. DC — 3 GHz, 1.0 Watt, CaAs HFET. Product Description. Stanford Microdevices, <http://www.stanfordmicro.com>. EDS-101241 Rev A.
- GaAs SPDT Switch DC-3.0 GHz SW-438. Ver. 2.00, MA-COM, Tyco/Electronics.
- Low Voltage 400 VHz Quad 2:1 Mux with 3 ns Switching Time ADG774A. REV.0. Analog Devices Inc., 2001, [www.analog.com](http://www.analog.com).

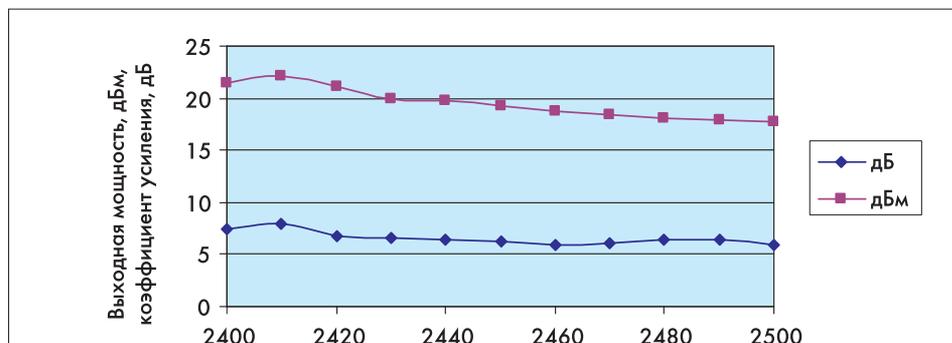


Рис. 4. Зависимость коэффициента усиления и выходной мощности УМ от частоты