

# Waka — новый игрок на российском рынке СВЧ-электроники

Александр МАЙСТРЕНКО  
info@radiocomp

Статья знакомит читателей с продукцией нового игрока отечественного рынка СВЧ-электроники — японской фирмы Waka, готовой поставлять в Россию широкий ассортимент своих изделий. В материале сделан обзор продукции Waka, предназначенной как для радиоэлектронных СВЧ-систем, так и для электронного тракта высокоскоростных ВОЛС.

Японская фирма Waka ([www.waka.co.jp/index\\_e.php](http://www.waka.co.jp/index_e.php)) была основана в 1954 году как производитель электронных компонентов. Ее головной офис находится в Токио, два завода расположены в Нагано, есть заводы в Китае и Гонконге. Сегодня фирма Waka активно работает на рынке СВЧ-электроники, считая его очень перспективным благодаря постоянно растущему объему информационного обмена в современном обществе. Более чем за 50-летнее пребывание на рынке она завоевала доверие клиентов высоким качеством и надежностью изделий. В 1998 году компания получила сертификат системы менеджмента качества ISO 9001, а в 2001-м — сертификат системы экологического менеджмента ISO 14001. Фирма производит широкий ассортимент СВЧ-компонентов и модулей, в том числе соединители, адаптеры, кабельные сборки, фильтры, фазовращатели, аттенуаторы, усилители, управляемые генераторы, умножители частоты и другие изделия. Стремясь к дальнейшему развитию, Waka постоянно ищет новые рынки сбыта своей продукции, теперь она доступна и в России.

## Компоненты для СВЧ-систем

Обзор продукции начнем с СВЧ-кабелей. Фирма Waka выпускает три вида кабелей: полужесткие, полугибкие и гибкие. В группах полужестких и полугибких кабелей предусмотрено деление на стандартные и с пониженным затуханием, кроме того, внутри каждой группы кабели подразделяются по диаметру. Волновое сопротивление всех типов кабелей составляет 50 Ом. Основные параметры коаксиальных кабелей Waka представлены в таблице 1.

Полужесткие кабели (рис. 1а) не имеют наружной защитной оболочки, внешний проводник представляет собой трубку из бескислородной меди, а внутренний — покрытую

Таблица 1. Параметры коаксиальных кабелей Waka

	Полужесткие кабели						Полугибкие кабели				Гибкие кабели		
	Стандартные				С низким затуханием		Стандартные		С низким затуханием				
	SX-36	SX-22	SX-12	SX-09	SP-36	SP-22	SXL-36	SXL-22	SXL-12	SPL-36	3D	2,5D	1,5D
Диаметр наружного проводника, мм	3,581	2,197	1,194	0,864	3,571	2,202	3,5	2,1	1,15	3,3	3,7	3,3	2,1
Диаметр внутреннего проводника, мм	0,919	0,511	0,287	0,203	0,93	0,51	0,93	0,511	0,287	0,93	7×0,32	0,8	7×0,18
Допустимое напряжение, В зэф.	5000	2500	2000	3000	2000		3000				1000		
Затухание, дБ/м (на частоте, ГГц)	2,45 (30)	5,85 (60)	9,4 (60)	12,8 (60)	2,09 (30)	4,48 (60)	2,44 (18)	3,7 (18)	6 (18)	1,9 (18)	1,4 (4)	0,235 (0,2)	0,085 (0,1)
Радиус изгиба, не менее, мм	6,5	3	3,2	3,2	6,5	3	8	5	3	8			

медью и затем серебром стальную проволоку. В качестве изолятора используется фторопласт. Группа полужестких кабелей содержит четыре стандартных типа (маркировка SX) и два типа с низким затуханием (SP).

Внешняя оболочка полугибких кабелей может изготавливаться из ПВХ серого цвета или этилентетрафторэтилена голубого цвета. Внешний проводник представляет собой оплетку из луженой медной проволоки, а внутренний проводник и изолятор такие же, как у полужестких кабелей (рис. 1б).

В этой группе три стандартных типа кабелей (SXL) и один с низким затуханием (SPL).

Гибкие кабели представлены тремя типами, различающимися по диаметру и граничной частоте.

СВЧ-соединители Waka отличаются высоким качеством и делятся на две группы: миллиметрового диапазона и общего назначения. К первой группе относятся соединители типов 1mm (частота до 110 ГГц), 1.85mm (65 ГГц), 2.92mm (45 ГГц), SMPM (65 ГГц) и SMP (40 ГГц) (рис. 2). Корпуса соединителей выполнены из нержавеющей стали и покрыты золотом или пассивированы. Центральные контакты изготовлены из бериллиевой бронзы и покрыты золотом. Соединители этой группы предназначены для монтажа на полужесткие кабели SX-12 и SX-22.

Вторая группа более многочисленна, в нее входят соединители S-SMA (26,5 ГГц), SMA, WPL, BMA (у всех 18 ГГц), PLB (12,4 ГГц), MCX, MMCX (у всех 6 ГГц), N, SMB, TNC, BNC (у всех 4 ГГц), W3B (3 ГГц) и F (1 ГГц) (рис. 3). Корпуса соединителей выполнены из нержавеющей стали или латуни, поверхность покрывается золотом, никелем или пассивируется. Центральные контакты изготовлены из бериллиевой бронзы и покрыты золотом или никелем.

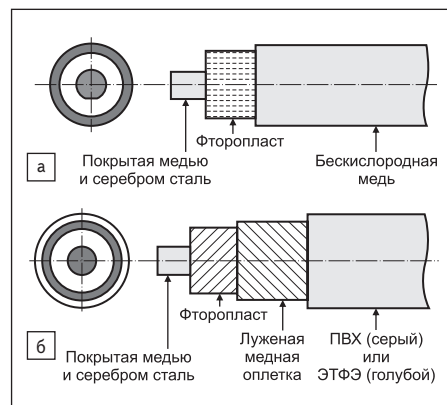


Рис. 1. Конструкция коаксиальных кабелей Waka: а) полужесткого; б) полугибкого

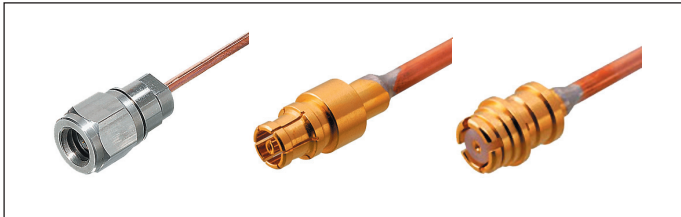


Рис. 2. Соединители Waka миллиметрового диапазона волн

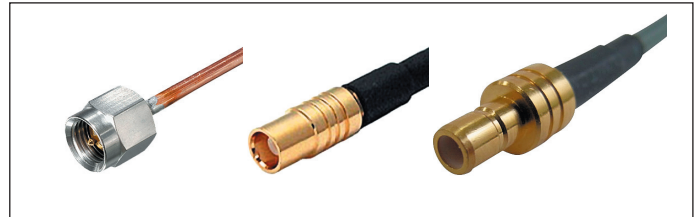


Рис. 3. Соединители Waka сантиметрового диапазона волн

В документации фирмы приняты следующие сокращения, обозначающие используемые в соединителях материалы и покрытия:

- SUS — нержавеющая сталь;
- BS — латунь;
- BeCu — бериллиевая медь (бериллиевая бронза);
- ZDC — цинковый сплав;
- Au — золото;
- Ni — никель;
- Pv — пассивация;
- PTFE — фторопласт;
- ETFE — этилентетрафторэтилен, ЭТФЭ;
- PVC — поливинилхлорид, ПВХ.

Одно из бизнес-направлений фирмы Waka — производство кабельных сборок из собственных кабелей и соединителей. Кабельные сборки изготавливаются на современном оборудовании с соблюдением всех технологических норм и процедур, что обеспечивает их высокое качество и гарантирует соответствие заявленным техническим параметрам. Для кабельной сборки могут использоваться практически любые сочетания типов кабелей и соединителей, но при заказе сборки желательно придерживаться рекомендованных фирмой сочетаний, которые приведены в таблице 2.

Сборки из полужесткого кабеля выпускаются на заводе Waka и гнутся с помощью специального оборудования, поэтому необходимо сделать точное описание геометрии сборки в трех измерениях с указанием радиусов изгибов и расстояний между ними. Выполнить эту работу при необходимости помогут специалисты российской фирмы-дистрибьютора.

Вместе с тем Waka предлагает альтернативное решение для сборок из полужесткого кабеля, которое позволяет обойтись без заводской гибки и сохранить высокие электрические параметры, — изгибаемые вручную сборки. Для этих сборок применяются кабели SP-30M, SP-20M и SP-20R, чье усилие на изгиб вдвое ниже, чем у традиционных полужестких кабелей, а внешнее отличие заключается в защитном полиолефиновом покрытии голубого цвета. На основе этих кабелей фирма выпускает кабельные сборки длиной 1 м с импедансом 50 Ом и рабочей частотой до 65 ГГц (табл. 3).

При стыковке различных СВЧ-компонентов часто возникает потребность в коаксиальных и волноводных адаптерах. Фирма Waka производит около 80 моделей коакси-

Таблица 2. Рекомендуемое сочетание кабелей и разъемов Waka

	SX-36	SX-22	SX-12	SX-9	SXL-36	SXL-22	SXL-12	SP-36	SP-22	SPL-36	3D	2,5D	1,5D	RG
1mm			+	+										
1.85mm		+	+	+					+					
2.92mm		+	+	+		+			+					
SMPM		+	+	+		+	+							
SMP		+	+				+							
S-SMA		+				+			+					
SMA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
WPL		+				+								
BMA	+													
PLB	+	+			+	+		+	+	+			+	
MCX	+	+				+								+
MMCX		+				+			+					+
N	+	+			+	+		+	+	+	+			+
TNC	+	+			+	+					+		+	+
BNC		+			+	+					+	+	+	+
SMB						+						+	+	+
W3B													1.5C	
F											3C	2.5C	1.5C	+

Таблица 3. Номенклатура готовых сборок на основе полужестких кабелей для ручной гибки

Кабельная сборка	M3B AM AM # 1000	M2B AM AM # 1000	M2B KM KM # 1000	M2B VM VM # 1000	R2B AM AM # 1000	R2B AM AL # 1000	R2B KM KM # 1000	R2B VM VM # 1000
Кабель	SP-30M	SP-20M		SP-20R				
Потери, дБ (на частоте, ГГц)	1,8 (18)	3 (18)	3,9 (40)	4,9 (65)	3 (18)	3 (18)	3,9 (40)	4,9 (65)
КСВН (на частоте, ГГц)	1,2 (18)		1,35 (40)	1,5 (65)	1,2 (18)		1,35 (40)	1,35 (65)
Соединитель	SMA		2.92mm	1.85mm	SMA	SMA	2.92mm	1.85mm
Радиус изгиба, мм	10	5	40					
Наружный диаметр, мм	3,6	2,7		6,3				

Таблица 4. Модели адаптеров Waka миллиметрового диапазона волн

Соединители	1.85mm		2.92mm		SMPM		
	Вилка	Розетка	Вилка	Розетка	Вилка	Розетка	
1mm	Вилка	02R0234-00	02R0233-00				
	Розетка	02R0236-00	02R0235-00				
1.85mm	Вилка	02R0093-10	02R0094-10	02R0167-10	02R0165-10	02R0217-00	02R0219-00
	Розетка		02R0095-10 02R0142-10	02R0168-10	02R0071-10 02R0166-10	02R0218-00	02R0220-00
2.92mm	Вилка			02R0090-10	02R0092-10		
	Розетка				02R0091-10 02R0070-10		
SMPM	Розетка						02R0216-00

альных адаптеров и подразделяет их на три группы:

- адаптеры миллиметрового диапазона волн;
- адаптеры сантиметрового диапазона волн;
- адаптеры так называемого простого типа для соединителей TNC, BNC, F и RCA.

Адаптеры миллиметрового диапазона волн выпускаются для соединителей 1mm, 1.85mm, 2.92mm и SMPM. В зависимости от типа соединителей рабочая частота может составлять до 65 ГГц. Корпуса адаптеров выполнены из нержавеющей стали, центральные контакты из бериллиевой бронзы, в ка-

честве покрытия используется золото. Вся номенклатура этой группы адаптеров представлена в таблице 4.

Адаптеры сантиметрового диапазона волн предназначены для соединителей SMP, SMA, WPL, N, TNC, BNC и SMB. Значения рабочих частот адаптеров зависят от типов соединителей и не превышают 18 ГГц. Корпуса адаптеров выполнены из нержавеющей стали или латуни, в качестве покрытия используется золото, никель и пассивация. Центральные контакты изготавливаются из бериллиевой бронзы и покрываются золотом. Определить

Таблица 5. Модели адаптеров Waka сантиметрового диапазона волн

Соединители		SMA		WPL		N		TNC		BNC		SMB	
		Вилка	Розетка	Вилка	Розетка	Вилка	Розетка	Вилка	Розетка	Вилка	Розетка	Вилка	Розетка
SMP	Розетка		02R0242-00										
SSMA	Вилка		02K1890-00										
SMA	Вилка	02K2053-10 02K2054-10	02K2057-10 02K2115-00 02K2117-00 02K0907-00	02K2516-00	02K2501-00	02K2058-00	02K2059-00 02R0113-00		02K2224-00	02K2225-00	02K2126-00		
	Розетка		02K2055-10 02K2056-00 02R0009-00			02K2061-00	02K2062-00	02K2063-00	02R0007-00	02K2065-00	02K2125-00	02R0049-00	02R0048-00
WPL	Вилка			702K2521-00	02K2517-00								
	Розетка				02K2518-00	02K2735-00							
N	Вилка					02K2066-00	02K2069-00 02K2070-00	02K2071-00	02K2226-00	02K2072-00	02K2073-00		
	Розетка						02K1430-10 02R0246-00	02K2074-00	02K2227-00	02K2228-00	02K2229-00		
TNC	Розетка								02K2076-00				
BNC	Розетка										182K1079-00		

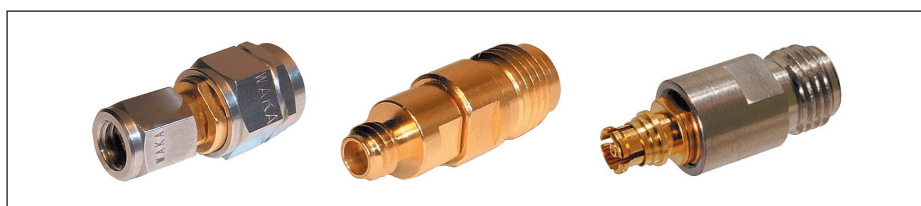


Рис. 5. Коаксиальные адаптеры Waka



Рис. 4. Коаксиально-волноводные адаптеры Waka: а) с угловым соединителем; б) с прямым соединителем



Рис. 6. Коаксиальный фиксированный аттенуатор Waka

тип нужного адаптера можно с помощью таблицы 5.

Волноводные адаптеры фирмы Waka представлены семью моделями, работающими в суммарном диапазоне частот 50–110 ГГц. Адаптеры предназначены для перехода с волноводов WR-15 (диапазон частот 50–65 ГГц), WR-12 (60–92 ГГц) и WR-10 (74–110 ГГц) на соединители типов 1.85mm и 1mm. Напомню, что цифра в названии волновода означает его внутреннюю ширину в сотых

долях дюйма. Конструктивно только одна модель адаптера (01X0589-00) выполнена с угловым соединителем (рис. 4а), все остальные — с прямым (рис. 4б). Такие основные технические параметры адаптеров, как КСВН и вносимые потери, находятся на уровне лучших мировых образцов (табл. 6).

В линейке коаксиальных аттенуаторов Waka присутствует десять моделей (рис. 5). Все они оснащены разъемами SMA, работают в диапазоне частот 0–3 ГГц, имеют КСВН 1,15 и мощность 1 Вт (рис. 6). Коэффициенты ослабления составляют 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 15 и 20 дБ.

Все согласованные коаксиальные нагрузки Waka рассчитаны на мощность 1 Вт. Модели с разъемами SMA и граничной частотой 6 ГГц имеют КСВН 1,15, а у моделей с граничной частотой 18 ГГц КСВН составляет 1,22.

Таблица 6. Основные параметры коаксиально-волноводных адаптеров Waka

Модель	Диапазон частот, ГГц	Волновод	Соединитель	КСВН	Потери, дБ
01X0589-00	50–65	WR-15	1.85mm, розетка, угловой	1,5	0,6
01X0561-00	50–65	WR-15	1.85mm, розетка	1,4	0,3
01X0571-00	50–65	WR-15	1.85mm, вилка	1,4	0,4
01X0562-00	60–92	WR-12	1mm, розетка	1,5	0,4
01X0572-00	60–92	WR-12	1mm, вилка	1,5	0,5
01X0563-00	74–110	WR-10	1mm, розетка	1,5	0,5
01X0573-00	74–110	WR-10	1mm, вилка	1,5	0,5

Нагрузки с разъемами N имеют граничную частоту 10 ГГц и КСВН 1,5.

В числе выпускаемых фирмой Waka пассивных компонентов фигурируют фильтры и фазовращатели. Специалисты фирмы готовы рассчитать и изготовить по исходным данным заказчика полосовые фильтры (ПФ) и фильтры низкой частоты (ФНЧ). Центральная частота ПФ или частота среза ФНЧ должна находиться в диапазоне 1–80 ГГц. В этом диапазоне гарантируется подавление внеполосных сигналов не менее 30 дБ, можно задать коэффициент подавления второй и третьей гармоник сигнала и групповое время задержки. ПФ изготавливаются в миниатюрных прямоугольных (рис. 7), а ФНЧ в цилиндрических корпусах с разъемами SMA, 2.92mm, 1.85mm и 1mm. Параметры некоторых моделей фильтров приведены в таблице 7.

Фазовращатели представляют собой регулируемые линии задержки (ЛЗ). При изменении длины ЛЗ меняется задержка сигнала и, соответственно, его фаза. Простейшие фа-

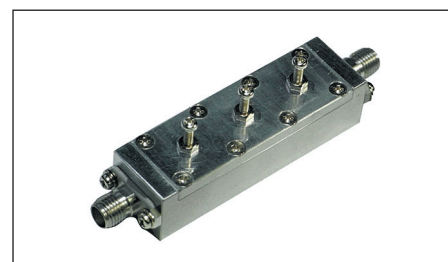


Рис. 7. Полосовой фильтр Waka

Таблица 7. Параметры ПФ и ФНЧ фирмы Waka

Модель	SBF10	SBF16	SBF26	SBF54	SBF75	TLF1-11	TLF3-11	TLF16-13	TLF60-13	TLF80-13
Центральная частота (частота среза), ГГц	10,3	16	25,7	53,5	75	(1)	(3)	(16)	(60)	(80)
Полоса пропускания, %	1	28	8	0,1	10					
Потери, не более, дБ	2	1,2	1,5	7	3	1			1,5	
Соединители	SMA	SMA	2,92mm	1,85mm	1mm	SMA			1,85mm	
Размеры (длина), мм	13×16×53	10×13×56	13×16×28	20×20×28	10×18×17	(195)	(85)	(40)	(30)	(28)

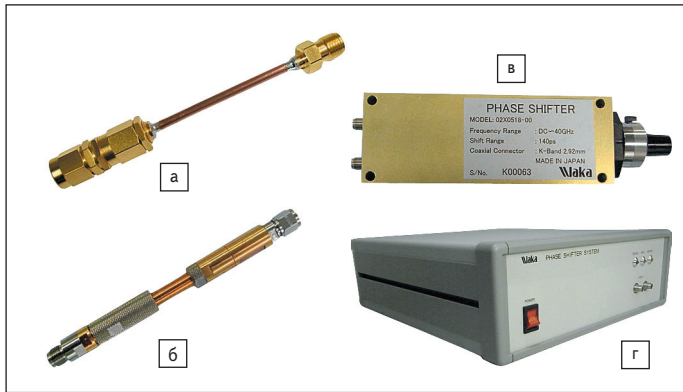


Рис. 8. Фазосдвигающие приборы Waka: а) фазовый триммер; б) фазовый корректор; в) прецизионный фазовращатель; г) фазосдвигающая система

звращатели, так называемые фазовые триммеры (рис. 8а), способны менять время задержки на 9 пс. Эти триммеры оснащены соединителями SMA и работают на частотах до 18 ГГц. Фазовые корректоры (рис. 8б) имеют более широкий диапазон изменения времени задержки, составляющий 60 пс. С соединителями SMA они работают на частотах до 18 ГГц, с соединителями 2.92mm — до 40 ГГц, а с соединителями 1.85mm — до 60 ГГц. Прецизионные фазовращатели (рис. 8в) снабжены круговой верньерной шкалой. Наиболее сложны фазосдвигающие системы (рис. 8г), представляющие собой управляемые компьютером прецизионные блоки, в которых перестройка ЛЗ выполняется шаговым двигателем. Прецизионные фазовращатели как с верньерным, так и с компьютерным управлением имеют диапазон перестройки 140 пс, а частотный диапазон составляет 40 ГГц с соединителями 2.92mm или 60 ГГц с соединителями 1.85mm.

### Модули Waka для построения высокоскоростных ВОЛС

СВЧ-модули фирмы Waka ориентированы на работу в электронном тракте высокоскоростных волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) 100GE и 100G DP-QPSK. В номенклатуре изделий присутствуют диапазонные усилители как с регулируемым, так и с фиксированным усилением, широкополосные усилители, управляемые генераторы, ответвители сигнала, умножители и делители частоты, регулируемые линии задержки, управляемые и фиксированные аттенуаторы и другие модули. Все они имеют соединители типа SMPM.

В номенклатуре диапазонных усилителей пять моделей: две с регулируемым усилением и три с фиксированным. Управляемые усилители (рис. 9) предназначены для регулирования уровня синхросигнала (модель VA30A) или его субгармоники (модель VA15A) для ВОЛС со скоростью 20–32 Гбит/с. В соответствии с назначением различаются и параметры усилителей: VA15A работает в диапазоне частот 6–18 ГГц, а VA30A — в диапазоне 18–32 ГГц. Коэффициент передачи усилителей можно регулировать как вручную с помощью подстроечного резистора, так и изменением внешнего управляющего напряжения. У VA30A

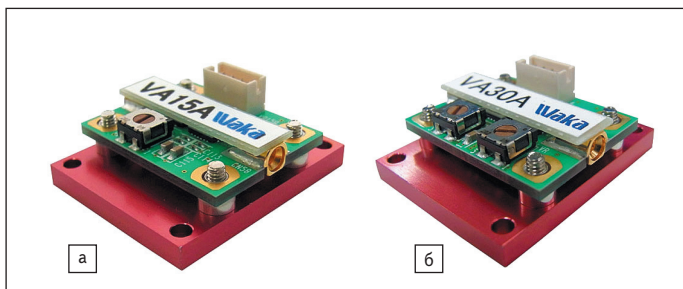


Рис. 9. Регулируемые диапазонные усилители: а) VA15A; б) VA30A

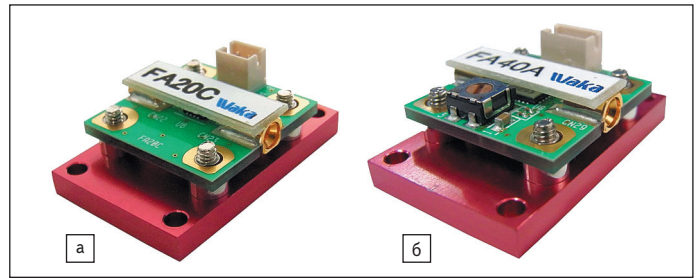


Рис. 10. Фиксированные диапазонные усилители: а) FA20C; б) FA40A

диапазон регулировки усиления составляет  $-18...+13$  дБ на частоте 25 ГГц, компрессия в 1 дБ начинается при уровне входного сигнала 3 дБм. У VA15A эти параметры соответственно  $-12...+16$  дБ на частоте 10 ГГц и 4 дБм. Напряжение питания усилителей составляет 5 В, VA15A потребляет 90 мА, а VA30A — 280 мА. Оба усилителя имеют размеры  $23 \times 28 \times 11,1$  мм.

Аналогичное назначение имеют и фиксированные усилители (рис. 10). Для работы с субгармоникой синхросигнала предназначен FA20C, его диапазон частот 8–20 ГГц, коэффициент усиления 17 дБ на 20 ГГц, компрессия 1 дБ начинается при выходной мощности 19 дБм. Для усиления синхросигнала выпускаются усилители FA30A (18–28 ГГц) и FA40A (20–40 ГГц). Первый имеет усиление 10 дБ на частоте 28 ГГц и выходную мощность 15 дБм при компрессии 1 дБ, параметры второго соответственно 15 дБ на 28 ГГц и 21 дБм. Все три усилителя имеют размер  $18 \times 28 \times 11,1$  мм.

Для информационного цифрового тракта разработаны широкополосный усилитель VA28 и драйвер оптического модулятора DMD32. Модуль VA28 (рис. 11) представляет собой одноканальный усилитель цифрового сигнала с дифференциальным входом, регулировками усиления и уровня пересечения по глазковой диаграмме сигнала. Этот усилитель может использоваться и как драйвер электро-абсорбционного модулятора лазерного луча. Нижняя граничная частота усилителя составляет 50 кГц, верхняя 25 ГГц, выходная мощность регулируется в диапазоне 4–12 дБм, время нарастания и спада сигнала 12,5 пс, дополнительный джиттер 900 фс. Усилитель питается напряжением 4,3 В и потребляет мощность 0,8 Вт, его размеры  $21,3 \times 31 \times 11,6$  мм.

Модуль DMD32 представляет собой двоярный драйвер оптического модулятора со скоростью 32 Гбит/с, с дифференциальным входом, с регулировками выходного напряжения в диапазоне 5–8 В и уровня пересечения по глазковой диаграмме сигнала. Нижняя и верхняя граничные частоты 85 кГц и 25 ГГц соответственно, коэффициент усиления составляет 31 дБ на частоте 25 ГГц, время нарастания и спада выходного сигнала 12 пс, дополнительный джиттер 800 фс. Усилитель питается напряжениями +6,5 и -5,2 В, потребляемая мощность 2,6 Вт. Размеры модуля  $34,5 \times 42 \times 11,6$  мм.

Фирма Waka выпускает две модели управляемых генераторов (рис. 12). Для генерации в диапазоне частот 10–20 ГГц предназначен модуль SG20A. Его выходная мощность -2 дБм на частоте 20 ГГц, перестройка по диапазону частот достигается изменением управляющего напряжения в диапазоне 0–20 В. Генератор питается напряжением 5 В,

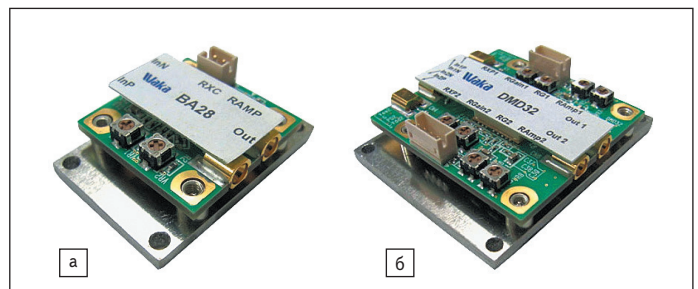


Рис. 11. Широкополосные усилители: а) VA28; б) DMD32

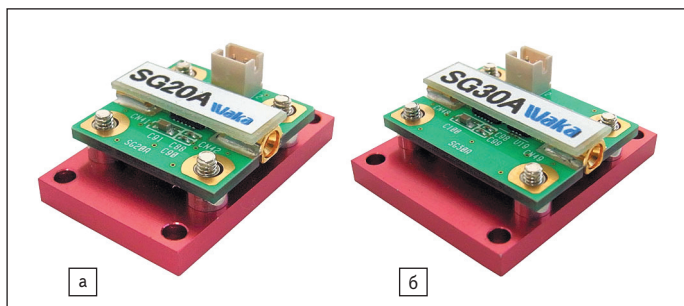


Рис. 12. Управляемые генераторы: а) SG20A; б) SG30A

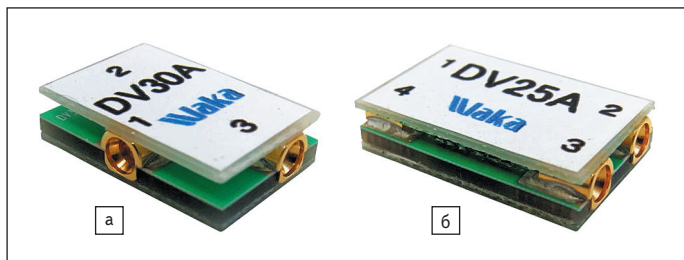


Рис. 13. а) Резистивный делитель мощности DV30A; б) направленный ответвитель DV25A

потребляя мощность 400 мВт, его размер 18×28×11,1 мм. Модуль SG30A можно перестраивать по частоте в диапазоне 20–28 ГГц, изменяя управляющее напряжение в диапазоне 0–6 В. Выходная мощность генератора 13 дБм на частоте 25 ГГц, напряжение питания 5 В при токе 160 мА, размер 23×28×11,1 мм.

Для разделения мощности сигнала с одного входного порта на два выходных Waka предлагает резистивный делитель (сплиттер) и две модели направленных ответвителей. Все три порта сплиттера DV30A (рис. 13) равнозначны и соединены «звездой» из резисторов с одинаковым сопротивлением, поэтому в качестве входного может использоваться любой порт. Коэффициент ослабления сплиттера 6 дБ, входная мощность 18,5 дБм, верхняя граничная частота 30 ГГц, размер 12×18×4,4 мм. Направленные ответвители позволяют разделить мощность входного сигнала с меньшими потерями, чем сплиттеры, но они не могут быть столь же широкополосными. Так, рабочий диапазон частот составляет 10–18 ГГц для DV15A и 18–25 ГГц для DV25A. Допустимая входная мощность обоих ответвителей 18,5 дБм, размеры 21×13×4,4 мм.

В числе активных модулей фирмой Waka выпускаются удвоители частоты синхросигнала с управляемыми выходными аттенуаторами ML25A и ML25B, а также делитель частоты синхросигнала FD28B (рис. 14). У обоих удвоителей частотный диапазон выходного сигнала составляет 19–28 ГГц, диапазон регулировки его уровня 30 дБ. Устанавливать уровень выходного сигнала можно как подстроечным резистором, так и внешним управляющим напряжением. Питаются удвоители от источника напряжением 5 В током 160 мА, для аттенуатора нужен дополнительный источник с напряжением –3,3 В. Отличие моделей заключается в том, что умножитель ML25B оснащен фильтром подавления сигнала входной частоты: у ML25A по-

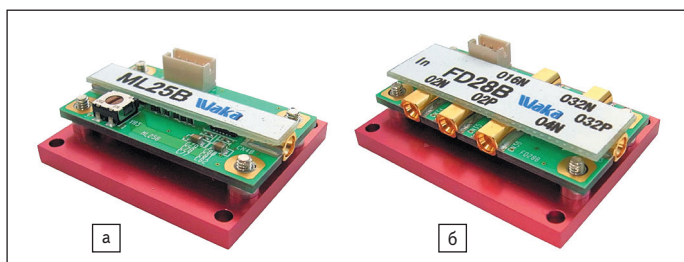


Рис. 14. а) Удвоитель частоты ML25B; б) делитель частоты FD28B

давление составляет 10 дБ, а у ML25B оно 20 дБ. Потери в фильтре несколько снижают выходную мощность, поэтому на частоте 28 ГГц она составляет 13 дБм у ML25A и 11 дБм у ML25B. Размеры умножителей 28×23×11,1 мм.

Модуль FD28B позволяет поделить частоту синхросигнала на 2 (прямой и инверсный выходы с мощностью –9 дБм), 4 (–7 дБм), 16 (–4 дБм) и 32 (прямой и инверсный выходы с мощностью 3 дБм). Частотный диапазон входного сигнала 3,2–28 ГГц, допустимый диапазон его мощности –7...+3 дБ. Напряжения питания делителя 5 В с током 340 мА и –3,3 В с током 210 мА, размеры 37×28×11,1 мм.

Фазовращатели представлены двумя моделями: PS14B и PS32B (рис. 15). Фазовращатель PS14B работает в диапазоне частот 10–14 ГГц и предназначен для дискретной подстройки фазы субгармоники синхросигнала ВОЛС со скоростью 20–28 Гбит/с или цифровых данных со скоростью 12,5 Гбит/с. Время задержки устанавливается в двоичном коде с помощью пяти микропереключателей, расположенных на плате прибора. Дискрет времени задержки составляет 3 пс, а полный диапазон регулировки более 90 пс. Мощность входного сигнала должна находиться в диапазоне –30...+3 дБм. Мощность выходного сигнала можно менять в диапазоне –6...–2,2 дБм изменением внешнего управляющего напряжения. Напряжение питания фазовращателя –3,3 В при токе 180 мА, размеры 25×35×12,2 мм.

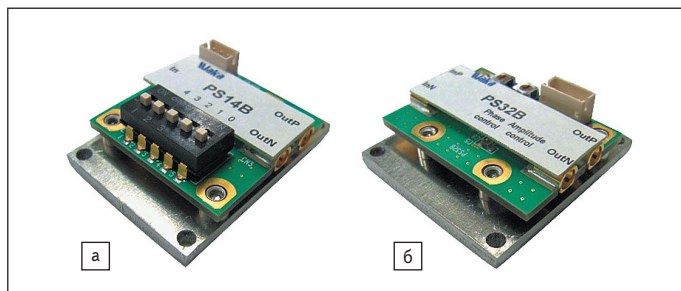


Рис. 15. Регулируемые фазовращатели: а) PS14B; б) PS32B

Фазовращатель PS32B предназначен для плавной регулировки времени задержки цифрового информационного сигнала со скоростью до 32 Гбит/с. Минимальное межпиковое значение входного сигнала 50 мВ, максимальное 0,9 В. Задержка устанавливается подстроечным резистором на плате прибора или внешним напряжением, диапазон ее изменения 70 пс. Входные и выходные сигналы фазовращателя дифференциальные. Время нарастания и спада выходного сигнала 14 пс, дополнительный джиттер 0,8 пс. Напряжение питания модуля 3,3 В при токе 500 мА, размеры 29×31,4×11,1 мм.

Для удаления субгармоники из синхросигнала с частотой 20–28 ГГц фирма Waka выпускает фильтр FI25A (рис. 16а). Вносимые фильтром потери в полосе пропускания 18–28 ГГц не превышают 2,5 дБ, а подавление в полосе заграждения 9–14 ГГц не менее 17 дБ (рис. 16б).

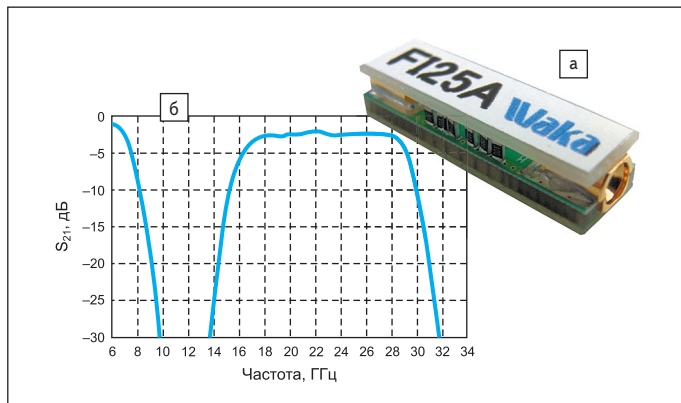


Рис. 16. Полосовой фильтр FI25A (а) и его частотная характеристика (б)

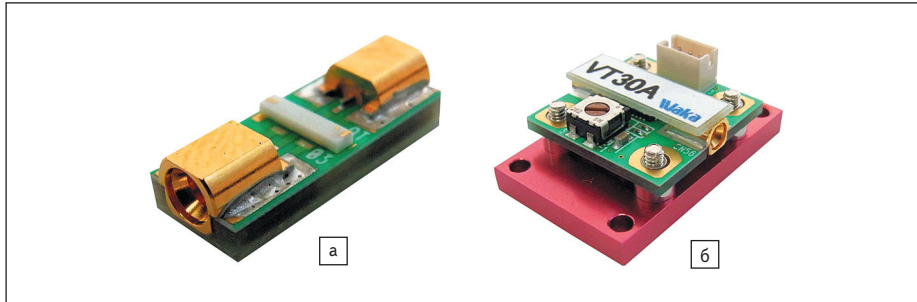


Рис. 17. а) Фиксированный аттенюатор серии АТ; б) управляемый аттенюатор VT30A

ность этих модулей 18,5 дБм, рабочая частота до 40 ГГц.

Фирма Waka предлагает широкий ассортимент высококачественных компонентов и модулей как для радиоэлектронных СВЧ-систем, так и для электронного тракта высокоскоростных ВОЛС. Девиз фирмы — «Распространять японский принцип монодзукури по всему миру». Буквальный перевод термина «монодзукури» означает «процесс создания вещей», но его реальный смысл глубже: это особая технология ведения бизнеса, которую можно описать как «искусство, наука и мастерство производства». Надо признать, что следование этому принципу дает положительные результаты. ■

Фирма предлагает коаксиальные фиксированные аттенюаторы АТ03, АТ06 и АТ10 с ослаблением соответственно 3, 6 и 10 дБ для широкополосных сигналов с частотой до 40 ГГц и управляемый аттенюатор VT30A для регулировки в диапазоне 30 дБ синхросигнала с частотой 20–28 ГГц (рис. 17). Допустимая входная мощность аттенюаторов серии АТ 18,5 дБм, аттенюатора VT30A 30 дБм. Управлять этим аттенюатором можно с помощью расположенного на нем подстроечного резистора или внешнего напряжения  $-2,5 \dots 0$  В. Размеры фиксированных аттенюаторов  $15 \times 6 \times 3,9$  мм, а управляемого аттенюатора  $18 \times 28 \times 11,1$  мм.

Самыми простыми можно считать модуль развязки от постоянного напряжения DV40A, представляющий собой конденсатор,

и модуль согласованной нагрузки TM40L номиналом 50 Ом. Допустимая входная мощ-

