

# ЦИРКУЛЯТОРЫ И ВЕНТИЛИ ВЧ- И СВЧ-ДИАПАЗОНА – РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ DiTom Microwave

Н.Егоров egorov@radiocomp.ru

Циркуляторы и вентили ВЧ- и СВЧ-диапазона используются во многих приемопередающих устройствах, многоканальной радиоаппаратуре, антенно-фидерных трактах для направленной передачи энергии. Они позволяют существенно упростить структуру радиотехнических средств и систем, уменьшить их габариты и снизить стоимость. Заметное место в области разработки и производства этих устройств занимает компания DiTom Microwave (США), основанная в 1987 году. Она специализируется на выпуске высококачественных коаксиальных ферритовых циркуляторов и вентилях, функционирующих в диапазоне частот от 100 МГц до 40 ГГц.

**Ц**иркулятор (рис.1а) – это устройство с тремя или четырьмя портами и соединителями. Сигнал проходит через него строго в определенных направлениях: от входа порта 1 на выход

порта 2, с порта 2 на порт 3 и с порта 3 на порт 1 при минимальном ослаблении. Одно из самых распространенных приложений для циркулятора – это дуплексеры, которые устанавливаются на выходе приемопередатчика и позволяют

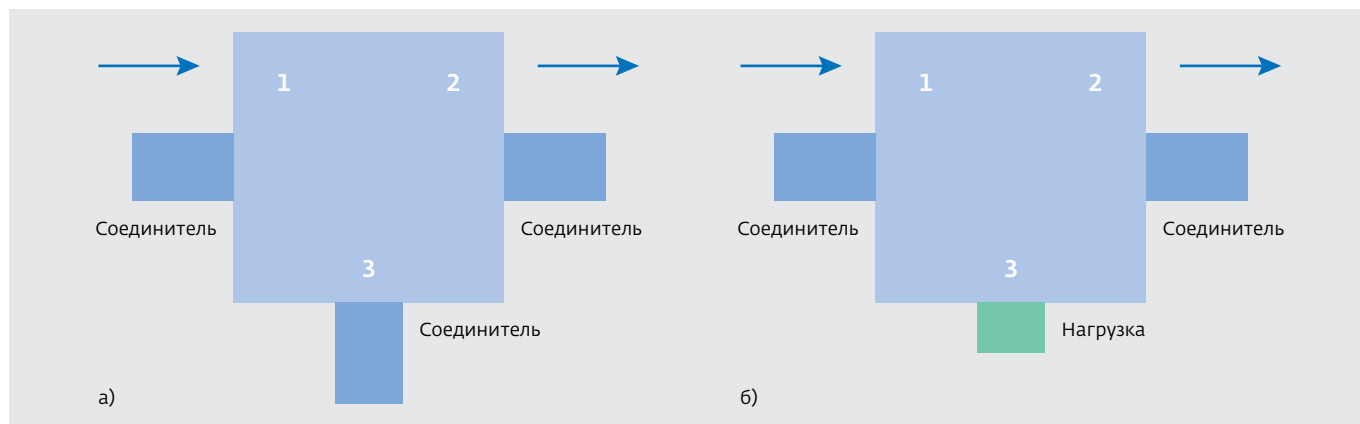


Рис.1. Блок схемы циркулятора (а) вентиля (б)

Таблица 1. Характеристики циркуляторов

Модель	Диапазон частот, ГГц	Минимальная развязка, дБ	Максимальные вносимые потери, дБ	Максимальный КСВН	Средняя мощность, Вт	Пиковая мощность, Вт	Диапазон рабочих температур, °С
Одинарные циркуляторы							
D3C0555	0,50–0,55	20	0,4	1,25	300	750	-20...65
D3C0102	1,0–2,0	18	0,5	1,30	50	50	0...50
D3C2327	2,3–2,7	20	0,4	1,25	150	350	-20...65
D3C4012	4,0–12,0	14	1,0	1,50	20	30	-10...60
DMC6018	6,0–18,0	14	1,0	1,50	10	20	0...85
D3C8020	8,0–20,0	15	1,0	1,45	10	30	-10...85
D3C1415	14,0–15,0	23	0,3	1,20	10	50	-30...65
D3C2023	20,0–23,0	22	0,4	1,20	10	50	0...50
D3C2004	20,0–40,0	12	1,5	1,65	5	30	-20...65
D3C2640	26,5–40,0	14	1,0	1,50	5	30	-20...65
Двойные циркуляторы							
D4C0560	0,525–0,60	20	0,4	1,25	300	750	-20...65
D4C0112	1,2–1,4	20	0,4	1,25	200	500	-20...65
D4C2040	2,0–4,0	18	0,5	1,30	30	30	0...50
D4C5964	5,9–6,4	23	0,2	1,15	20	25	-30...65
D4C7012	7,0–12,4	20	0,4	1,25	25	200	-30...85
D4C8018	8,0–18,0	16	0,8	1,45	10	30	-10...85
D4C1720	17,0–20,0	22	0,4	1,20	10	50	0...50
D4C2023	20,0–23,0	22	0,4	1,20	10	50	0...50
D4C2030	20,0–30,0	18	0,7	1,40	5	30	-20...65
D4C2640	26,5–40,0	14	1,0	1,50	5	30	-20...65

передатчику и приемнику работать на одну и ту же антенну.

Вентиль (рис.16) базируется на структуре циркулятора, но у него к порту 3 подключена нагрузка и этот порт не используется для прохождения сигнала. Таким образом, сигнал проходит

от порта 1 к порту 2 свободно, а в обратном направлении – с большим затуханием. Эта особенность вентиля позволяет применять его в качестве устройства защиты при последовательном соединении радиотехнических устройств. Например, вентиль может защитить каскады передатчика

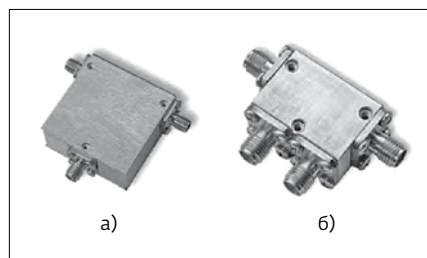
Таблица 2. Характеристики вентиляей

Модель	Диапазон частот, ГГц	Минимальная развязка, дБ	Максимальные вносимые потери, дБ	Максимальный КСВН	Средняя мощность, Вт	Отраженная мощность, Вт	Пиковая мощность, Вт	Диапазон рабочих температур, °С
Одинарные вентиляей								
D3I0560	0,525–0,60	20	0,4	1,25	300	2	750	-20...65
D3I9525	0,9–1,225	20	0,4	1,25	250	2	500	-20...65
D3I0802	0,8–2,0	14	1,0	1,50	50	10	50	0...50
D3I2327	2,3–2,7	20	0,4	1,25	150	2	350	-20...65
DMI5011	5,0–10,7	15	1,0	1,45	20	2	20	-30...75
D3I5015	5,0–15,0	14	1,0	1,50	20	2	30	-10...60
D3I8018	8,0–18,0	16	0,8	1,45	10	2	30	-10...85
D3I1415	14,–15,0	23	0,3	1,20	10	2	50	-30...65
D3I2021	20,0–21,5	22	0,4	1,20	10	2	50	0...50
D3I2004	20,0–40,0	12	1,5	1,65	5	2	30	-20...65
D3I2640	26,5–40,0	14	1,0	1,50	5	2	30	-20...65
Двойные вентиляей								
D4I0560	0,525–0,60	40	0,8	1,25	300	2	750	-20...65
D4I0116	1,4–1,6	40	0,8	1,25	200	2	500	-20...65
D4I2060	2,0–6,0	28	1,6	1,50	20	2	20	0...50
D4I5964	5,9–6,4	46	0,4	1,15	20	2	20	-30...65
D4I7011	7,0–11,0	40	0,8	1,25	25	2	200	-30...85
D4I8018	8,0–18,0	32	1,6	1,45	5	2	30	-10...85
D4I1720	17,0–20,0	44	0,8	1,20	10	2	50	0...50
D4I1922	19,0–22,0	44	0,8	1,20	10	2	50	0...50
D4I2030	20,0–30,0	36	1,4	1,40	5	2	30	-20...65
D4I2004	20,0–40,0	24	3,0	1,65	5	2	30	-20...65

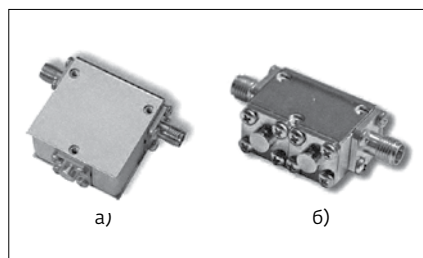
от просачивания энергии в обратном направлении при работе на несогласованную нагрузку.

Компания DiTom Microwave предлагает потребителям одинарные (single junction) и двойные (dual junction) циркуляторы и вентиляей [1, 2]. Одинарные – это относительно

простые циркуляторы и вентиляей, имеющие один внутренний переход и три внешних порта. Когда требуется более высокий уровень развязки, применяют более сложные устройства – двойные, имеющие два внутренних перехода и четыре внешних порта. Ниже представлена



**Рис.2.** Циркуляторы: а – одинарный; б – двойной



**Рис.3.** Вентили: а – одинарный; б – двойной

информация о ряде стандартных компонентов DiTom Microwave.

**Циркуляторы.** Компания предлагает несколько десятков моделей одинарных и двойных циркуляторов. Их рабочие частоты изменяются от низких (0,50–0,55 ГГц) до высоких (26,5–40,0 ГГц). Для одинарных циркуляторов (рис.2а, табл.1) минимальная развязка составляет 12–23 дБ, максимальные вносимые потери – 0,2–1,7 дБ, максимальный КСВН – 1,15–2,00. Двойные циркуляторы (рис.2б, см. табл.1) имеют минимальную развязку на переход 12–23 дБ (общая развязка увеличивается в два раза), максимальные вносимые потери на переход 0,2–1,7 дБ и максимальный КСВН 1,15–2,00.

**Вентили.** DiTom Microwave выпускает много моделей одинарных и двойных вентилях (табл.2). Минимальная развязка у двойных вентилях 24–46 дБ, максимальные вносимые потери 0,4–3,4 дБ, максимальный КСВН 1,15–2,0. Средняя мощность у разных моделей варьируется от 5 до 300 Вт, пиковая мощность – от 20 до 750 Вт. У одинарных вентилях (рис.3а) отраженная мощность равна, как правило, 2 Вт, у отдельных моделей – 10 Вт, у двойных вентилях (рис.3б) – 2 Вт.

Стандартные модели циркуляторов и вентилях компания DiTom Microwave выпускает с соединителями SMA-Female. По требованию заказчиков они могут быть изготовлены и с соединителями других типов. Также можно изменять частоты функционирования и диапазоны рабочих температур, применять подвижные коннекторы для удобства интеграции в СВЧ-микросборки и др.

Компания DiTom Microwave располагает испытательной лабораторией, позволяющей в короткие сроки проводить тестирование выпускаемой продукции, которая сертифицируется в соответствии со стандартами ISO 9001:2008 и AS/EN/JISQ9100:2009 – Rev. C (стандарты системы менеджмента качества в аэрокосмической промышленности).

За годы работы компания зарекомендовала себя надежным поставщиком. По срокам поставки продукции она занимает лидирующее положение в отрасли. Еще один важный показатель работы компании – малая доля возвращаемых компонентов (менее 1%).

Циркуляторы и вентилях DiTom Microwave применяются в военной и аэрокосмической технике, в системах мобильной телефонии и спутниковой связи, радарных системах, в оборудовании теле- и радиовещания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы сайта компании DiTom Microwave [www.ditom.com](http://www.ditom.com)
2. Материалы сайта компании "Радиокомп" [www.radiocomp.ru](http://www.radiocomp.ru)