

## **Перестраиваемые полосно-пропускающие СВЧ фильтры на магнитостатических волнах для поверхностного монтажа**

*Представлены результаты разработки образцов перестраиваемых полосно-пропускающих СВЧ фильтров на магнитостатических волнах для поверхностного монтажа*

**Ключевые слова:** СВЧ, перестраиваемые фильтры, ферритовые пленки, магнитостатические волны, поверхностный монтаж.

В современной радиотехнике для построения радиочастотных модулей все большее распространение получают компоненты для поверхностного монтажа. Преимуществами поверхностного монтажа являются меньшие габариты и масса компонентов, большая плотность их размещения, более простая и легко поддающаяся автоматизации процедура монтажа, улучшение массо-габаритных характеристик и снижение себестоимости готовых изделий. На рынке широко представлены СВЧ компоненты для поверхностного монтажа. Например, фирма Mini-Circuits (США), предлагает для большинства своих СВЧ компонент вариант в формате поверхностного монтажа [1]. Отметим развязывающие СВЧ компоненты для поверхностного монтажа отечественного производства (ОАО «Завод Магнетон» [2], ООО «Аргус-ЕТ» [3]). Интерес представляет перестраиваемый ЖИГ генератор в корпусе для поверхностного монтажа фирмы Micro Lambda Wireless, Inc (США) [4] и т.д.

В ОАО «Завод Магнетон» разработан и выпускается ряд перестраиваемых полосно-пропускающих фильтров (ППФ) на магнитостатических волнах (МСВ) [5].

Принцип работы фильтров на МСВ основан на преобразовании электромагнитной волны в поверхностную магнитостатическую (спиновую) волну, распространяющуюся в тонкой ферритовой пленке [6]. С помощью входного и выходного преобразователей, а также экрана над пленкой формируется АЧХ фильтра с высокой избирательностью. Перестройка центральной частоты полосы пропускания фильтров производится за счет изменения магнитного поля в ферритовой пленке подачей тока в катушки управления магнитной системы устройства. Для уменьшения электропотребления фильтры имеют встроенные постоянные магниты, поле которых задает фиксированную (опорную) частоту фильтра, от которой происходит электрическая перестройка.

По способу подключения в тракт перестраиваемые ППФ на МСВ ОАО «Завод Магнетон» ранее были представлены в коаксиальном [5], микрополосковом [5, 6] и волноводном исполнении [7].

В рамках научно -исследовательских работ, проводимых на ОАО «Завод Магнетон» в 2016 году, были разработаны образцы ППФ на МСВ для поверхностного монтажа. Конструкция образцов фильтров предполагает монтаж на поверхность печатной платы путем индивидуальной пайки низкотемпературным припоем. На рис. 1 приведен внешний вид полученных образцов. На рис. 2 приведены габаритные и присоединительные размеры, обозначение выводов. Масса образцов не более 25 г.

В таблице приведены основные электрические параметры полученных образцов. На рис. 3 приведены типичные АЧХ образцов фильтров.

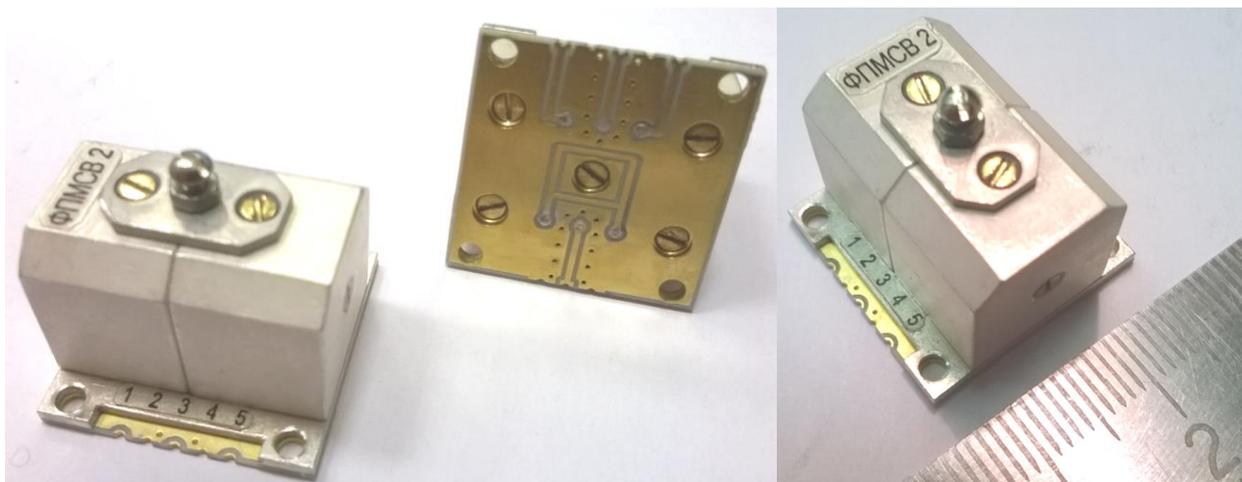


Рис. 1. Перестраиваемые ППФ на МСВ для поверхностного монтажа ОАО «Завод Магнетон»

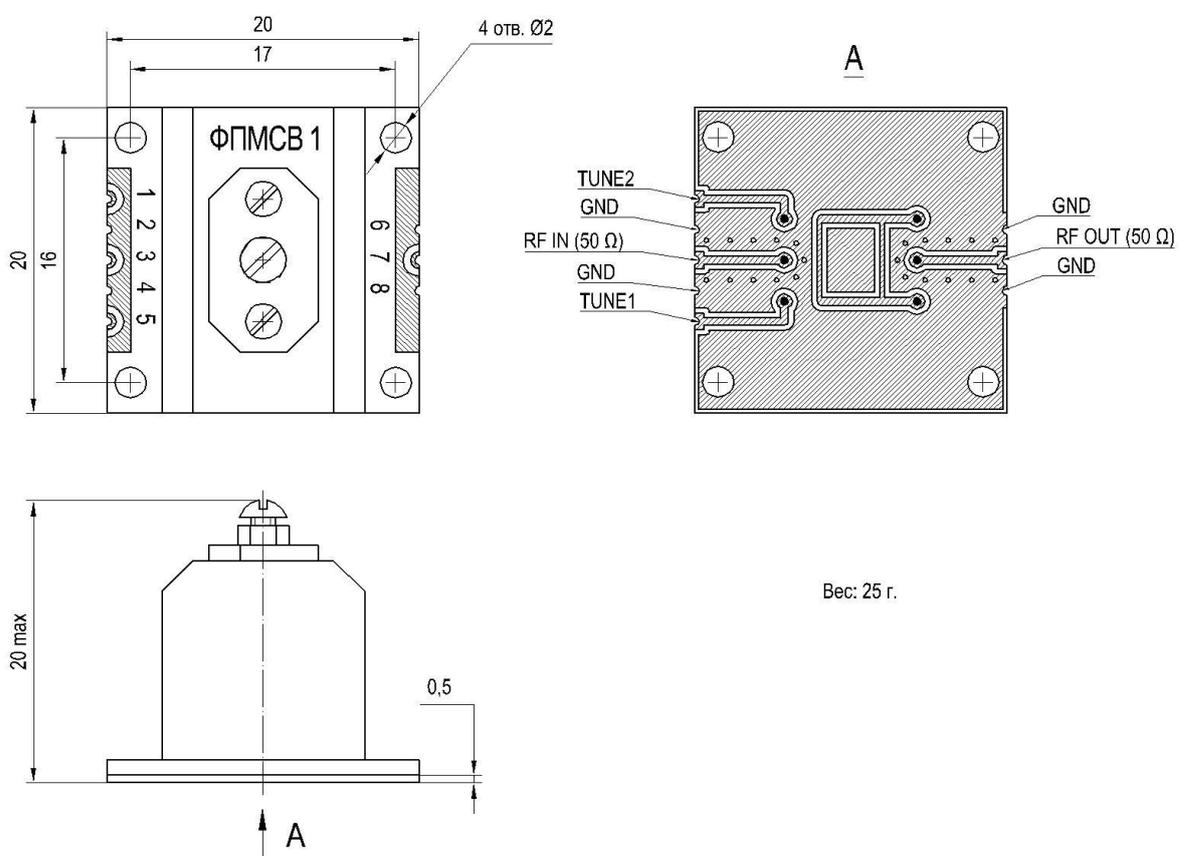


Рис. 2. Габаритные и присоединительные размеры, обозначение выводов полученных образцов ППФ на МСВ для поверхностного монтажа

Основные электрические параметры перестраиваемых ППФ на МСВ  
для поверхностного монтажа

Параметр	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	2...9 (литерное исполнение)
Диапазон электрической перестройки центральной частоты полосы пропускания, МГц	До 500
Минимальные потери в полосе пропускания, дБ	Не более 4
Ширина полосы пропускания по уровню минус 3 дБ, МГц	30...60 МГц

Продолжение таблицы

Параметр	Значение
Заграждение вне полосы пропускания, дБ	Не менее 50
Неравномерность потерь в полосе пропускания, дБ	Не более 1
Ток управления, А	Не более 0,4
Энергопотребление, Вт	Не более 1,2
Рабочий диапазон температур, °С	минус 50...+70
Температурный коэффициент центральной частоты (на фиксированной частоте без тока управления), МГц/°С	Не более 0,3
Коэффициент прямоугольности по уровню минус 30 дБ	Не более 2,5

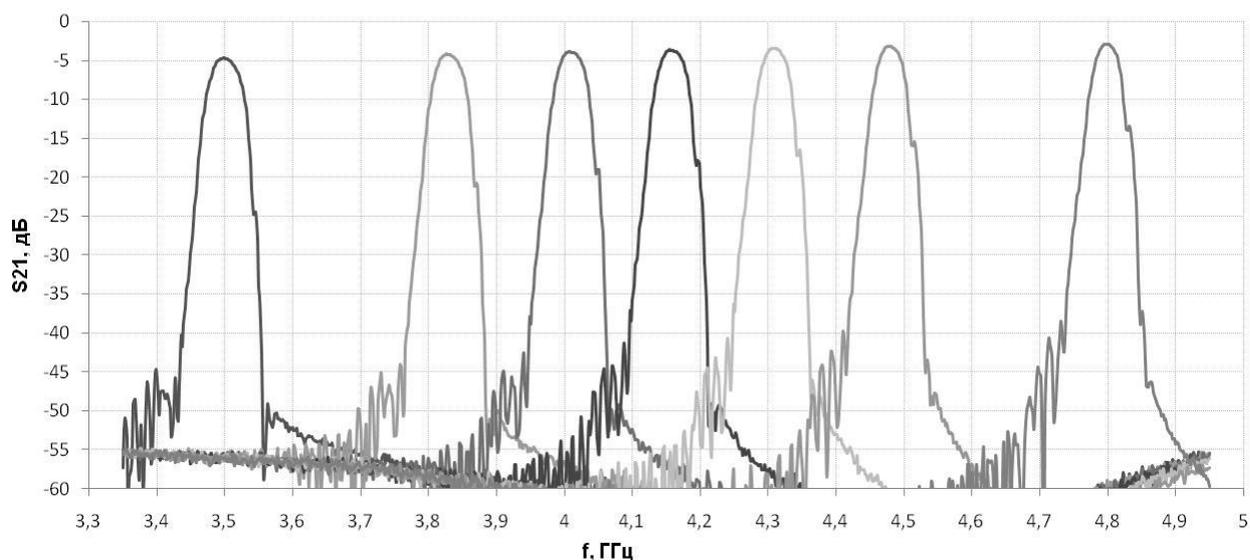


Рис. 3. Типичная АЧХ перестраиваемого ППФ на МСВ для поверхностного монтажа при разных значениях тока управления (в измерительной ячейке)

Полученные образцы перестраиваемых ППФ на МСВ для поверхностного монтажа имеют основные электрические параметры на уровне микрополосковых и коаксиальных аналогов фильтров на МСВ, изготавливаемых в ОАО «Завод Магнетон». Использование данных фильтров позволит облегчить монтаж, уменьшить размеры и массу готовых СВЧ устройств.

#### Библиографический список

1. [www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com) (03.04.2017)
2. Сковородников С.В., Перчаткина Д.С., Мордынская Ю.А. Ферритовый циркулятор поверхностно-монтажный с контактами типа BGA // Электроника и микроэлектроника СВЧ: сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф СПб., 2014. С. 103-106. URL [http://mwelectronics.ru/2014/Oral/3/O03\\_08\\_SkovorodnikovSV\\_Tcirkulator\\_BGA.pdf](http://mwelectronics.ru/2014/Oral/3/O03_08_SkovorodnikovSV_Tcirkulator_BGA.pdf) (03.04.2017)
3. Аргус-ЭТ: СВЧ Вентили и Циркуляторы: Для поверхностного монтажа URL: <http://www.arguset.com/rus/page.php?pageId=4&menuItemTreeCode=030127> (03.04.2017)
4. [www.microlambdawireless.com/pdfs/MLSMO%20Series%20.5%20Data%20Sheet.pdf](http://www.microlambdawireless.com/pdfs/MLSMO%20Series%20.5%20Data%20Sheet.pdf) (03.04.2017)
5. Перестраиваемые полосно-пропускающие фильтры // АО "Завод Магнетон": официальный сайт. СПб. - URL: [http://www.magneton.ru/cat.php?id=104#main\\_top](http://www.magneton.ru/cat.php?id=104#main_top) (03.04.2017)
6. Фирсенков А.И., Козин А.Э. Перестраиваемые полосно-пропускающие СВЧ - фильтры на магнитоэлектрических волнах // Техника радиосвязи. 2016. Вып. 4 (31). С.92-101.
7. Козин А.Э., Дубовой В.А., Фирсенков А.И. Волноводный перестраиваемый полосно-пропускающий СВЧ фильтр на магнитоэлектрических спиновых волнах // Электроника и микроэлектроника СВЧ: сб. тр. Всерос. науч.-тех. конф. - СПб, 2014. - С. 490-493. URL: [http://mwelectronics.ru/2014/Poster/5/P05\\_03\\_KozinAE\\_Volnovodnyi\\_perestraivaemyi.pdf](http://mwelectronics.ru/2014/Poster/5/P05_03_KozinAE_Volnovodnyi_perestraivaemyi.pdf) (03.04.2017)