

# РАЗРАБОТКА ВЫХОДНОГО ФИЛЬТРА МОЩНОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО ПЕРЕДАТЧИКА

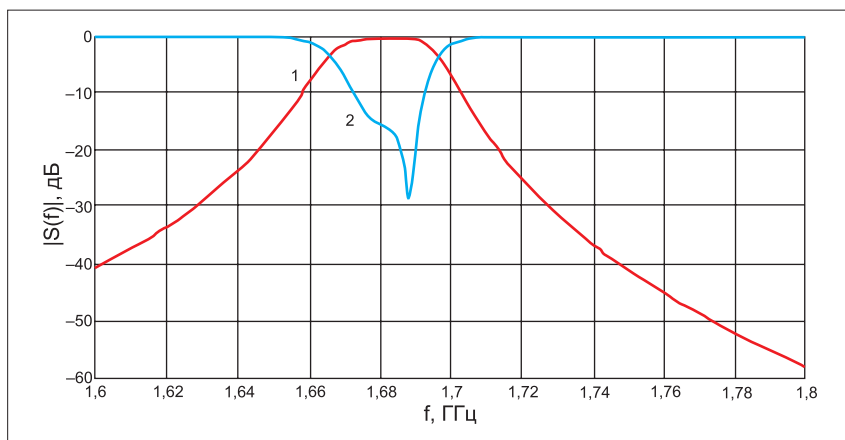
Приводятся результаты проектирования полосно-пропускающего фильтра для полупроводникового передатчика киловаттного уровня мощности. В качестве базовой конструкции выбран фильтр на посеребренных объемных встречных стержнях. Характеристики фильтра получены в пакете электромагнитного моделирования. В статье приведены достигнутые электрические и конструктивные параметры разработанного устройства.

## ВВЕДЕНИЕ

Полосовые фильтры используются во многих системах связи, радионавигации, радиолокации. Широкий класс таких устройств создают, например, микрополосковые фильтры, расчет множества конструкций которых приведен в [1], однако фильтры такого типа не предназначены для использования в качестве оконечных для мощных радиопередающих устройств. Вопросы синтеза фильтров с использованием круглых стержней описаны в [2], а методика определения центральной частоты представлена в [3]. Кроме того, в литературе приводятся расчетные соотношения для конструкций с использованием прямоугольных стержней [4], а некоторые эффекты расширения полосы пропускания фильтров данного типа освещены в [5]. Тем не менее, в приведенной литературе не уделяется внимание расчету фильтров с учетом их электрической прочности, что является важным фактором при разработке радиолокационных устройств.

## ИССЛЕДУЕМАЯ МОДЕЛЬ

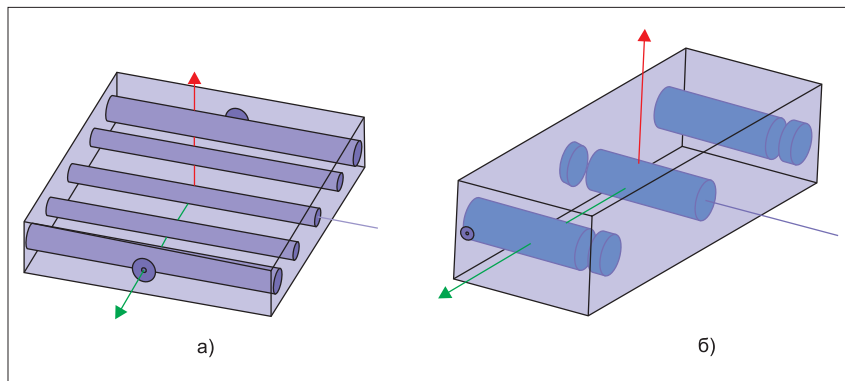
В качестве фильтра-прототипа была выбрана конструкция на круглых стержневых резонаторах, поскольку она обладает низкими потерями и стабильными параметрами в полосе пропускания, а также позволяет получить конструктив, устойчивый к большим уровням подводимой мощности.



▲ Рис. 1. Частотные зависимости коэффициента передачи и отражения от входов

В качестве первого прототипа было создано устройство, представляющее собой пятизвенный фильтр на объем-

ных резонаторах. Входные и выходные линии реализованы на коаксиально-микрополосковых переходах, включен-



▲ Рис. 2. Конструкция фильтров: а) пятизвенного; б) трехзвенного

ных во входные резонаторы с коэффициентом включения, обеспечивающим уровень входного сопротивления 50 Ом. При разработке конструкции длина резонаторов выбиралась одинаковой для упрощения сборки при производстве. Зазор для всех резонаторов также сделан равным для унификации настроечных элементов. Настройка фильтра на центральную частоту выполняется установкой всех подстроечных элементов на середину диапазона изменения их длины, затем регулировкой центрального элемента устанавливается необходимый коэффициент передачи.

На рис. 1 представлена частотная зависимость коэффициентов передачи и отражения от входов на центральной частоте настройки.

Были построены зависимости максимума напряженности поля от частоты. Малый диаметр стержней не позволил в таком виде добиться напряженности, которая была бы меньше напряженности поля пробоя при воздушном заполнении объема конструкции. Наибольшее значение напряженности возникает на гранях резонаторов.

Конструкция фильтра была изменена на трехзвенный вариант для обеспечения электрической прочности и уменьшения размеров. Диаметр всех резонаторов был увеличен до 12 мм, что позволило уменьшить их импеданс. За счет упрощения конструктива обеспечивается и простота настройки фильтра на необходимую частоту.

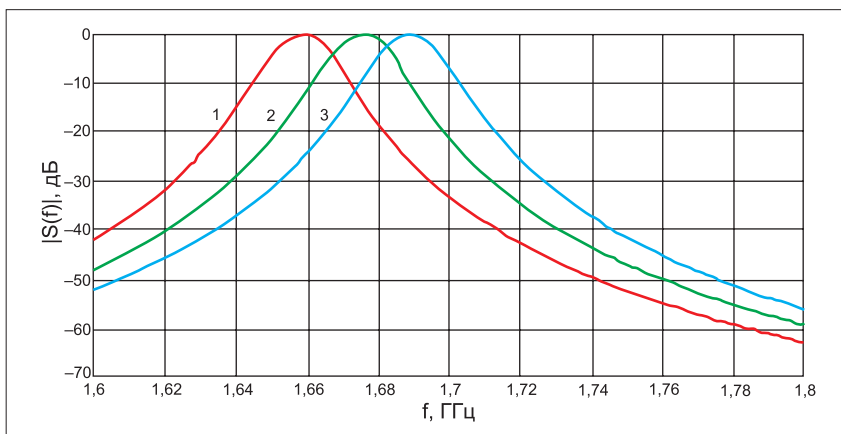
Конструкции трехзвенного и пятизвенного фильтров приведены на рис. 2. Частотные зависимости коэффициентов передачи для некоторых частот настройки фильтра показаны на рис. 3. Графики зависимости максимальной напряженности поля внутри фильтра для каждой из центральных частот при уровне мощности в 1,5 кВт показаны на рис. 4. Электрические характеристики фильтра для разных частот приведены в таблице.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

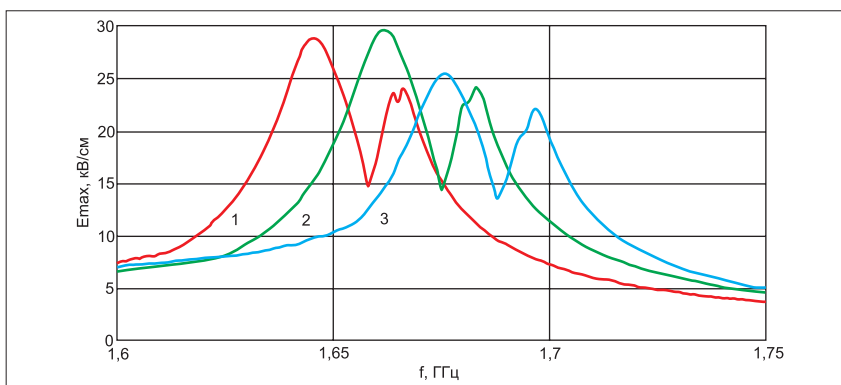
В статье представлена модель разработанного выходного фильтра мощного радиолокационного передатчика. Исследованы зависимости коэффициента передачи и отражения. Получен расчет максимальной напряженности электрического поля внутри фильтра, что позволило оценить возможность работы данного устройства при высоком уровне подводимой мощности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Hong J.-S., Lancaster M. J. *Microstrip filters for RF/Microwave Applications*. John Wiley & Sons, Inc. 2001.
2. Dishal M. *A simple design procedure for small percentage bandwidth round-*



▲ Рис. 3. Коэффициенты передачи для разных частот настройки фильтра: 1 — 1660 МГц; 2 — 1678 МГц; 3 — 1689 МГц



▲ Рис. 4. Зависимость максимальной напряженности поля в фильтре: 1 — 1660 МГц; 2 — 1678 МГц; 3 — 1689 МГц

Таблица. Электрические характеристики фильтра

Центральная частота фильтра, МГц	Ширина полосы пропускания по уровню -3 дБ, МГц	Уровень вносимых потерь, дБ	Максимальное значение напряженности поля, кВ/см
1660	14,4	0,23	28,8
1678	14,5	0,23	26,3
1689	14,6	0,24	25,4

rod interdigital filters (correspondence)// *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. 1965. V. 13. № 5.

3. Khandelwal D. D. *The resonant frequency of interdigital filter elements (correspondence)//IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. 1967. V. 15. № 5.

4. Cloete J. H. *The Resonant Frequency of Rectangular Interdigital Filter Elements// IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. 1983. V. 31. № 9.

5. Levy R., Yao H.-W., Zaki K. A. *Transitional combline/evanescent-mode microwave filters// IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. 1997. V. 45. № 12.