

Дубовой В.А.¹, Глыбин А.А.², Мартынов М.И.^{1,3}, Маврина А.С.¹

¹ОАО «Завод Магнетон»

²АО «НПП «Пульсар»

³Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Фильтры на магнитостатических волнах с синхронной перестройкой центральной частоты

Представлены результаты создания перестраиваемых полосно-пропускающих СВЧ фильтров на магнитостатических волнах с синхронной перестройкой центральной частоты и большим загораждением. Приведены параметры образцов последовательно соединенных фильтров с усилителем и без усилителя в широком диапазоне частот.

Ключевые слова: полосно-пропускающий фильтр на МСВ, минимальные потери, загораждение, синхронная перестройка центральной частоты, усилитель СВЧ

Получение больших уровней загораждения фильтров при малых отстройках от полосы пропускания важная задача для обработки радиотехнических сигналов с паразитными составляющими, в условиях помех и выделения гармонических составляющих в частотно-задающих цепях.

Известные фильтры на резонаторах железо-иттриевого граната (ЖИГ) обеспечивают загораждение более 100 дБ за счет большого количества звеньев 4 или 6 [1]. Однако фильтры ЖИГ имеют сложную конструкцию и трудоемки при настройке, особенно при обеспечении их работы в широком интервале температур.

Фильтры на поверхностных магнитостатических волнах (МСВ), как правило, имеют меньшее загораждение 60–70 дБ и паразитные резонансы вблизи основного лепестка на уровне 35–40 дБ. Для получения большего загораждения в перестраиваемых фильтрах на МСВ предлагается использовать синхронно-перестраиваемые соединенные последовательно фильтры.

Для получения приемлемых минимальных потерь последовательно соединенных фильтров (менее 5 дБ) использованы фильтры потерями [2] порядка 2–2,5 дБ и полосой пропускания по уровню минус 3 дБ порядка 50–80 МГц. За счет хорошего согласования по входу и выходу соединенные фильтры оказывали минимальное влияние друг на друга и поэтому минимальные потери фильтров арифметически складывались и не превышали 4–5 дБ.

На рисунках 1–3 показаны АЧХ синхронно перестраиваемых фильтров с коаксиальными выводами, настроенные в различных частотных диапазонах.

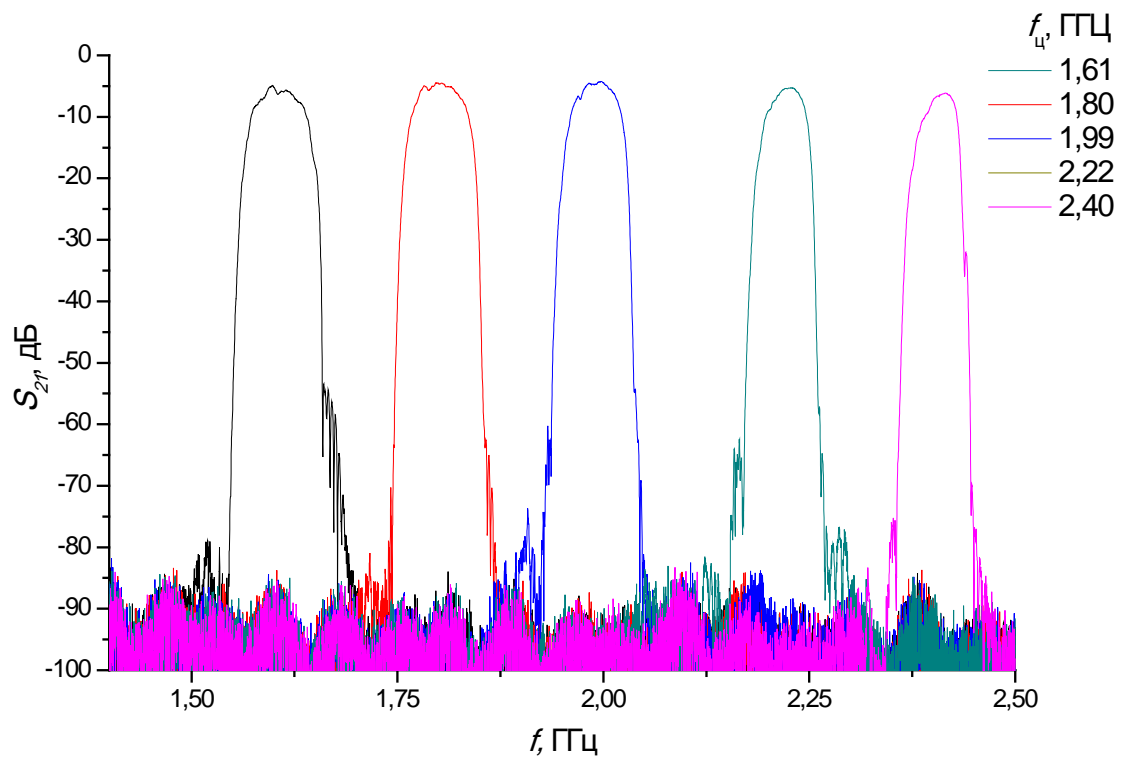


Рис. 1

На рисунке 1 показаны АЧХ фильтра в диапазоне частот 1,6 – 2,4 ГГц. Фильтр имеет минимальные потери не более 5 дБ при полосе пропускания 40 – 50 МГц, при этом уровень заграждения превышает 80 дБ.

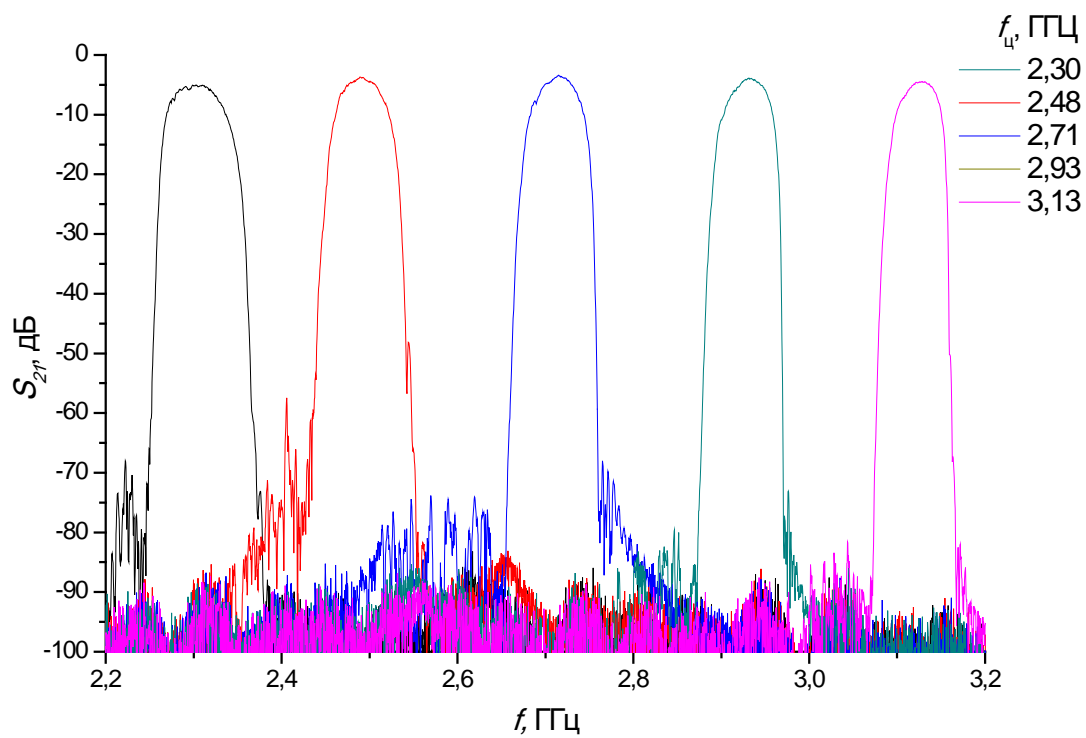


Рис. 2

На рисунке 2 показаны АЧХ фильтра в диапазоне частот 2,3 – 3.1 ГГц. Фильтр имеет минимальные потери 3,5 – 4,5 дБ при полосе пропускания 40 – 50 МГц. Уровень паразитных резонансов 58 – 80 дБ в зависимости от их сложения у двух фильтров. Уровень заграждения превышает 85 дБ.

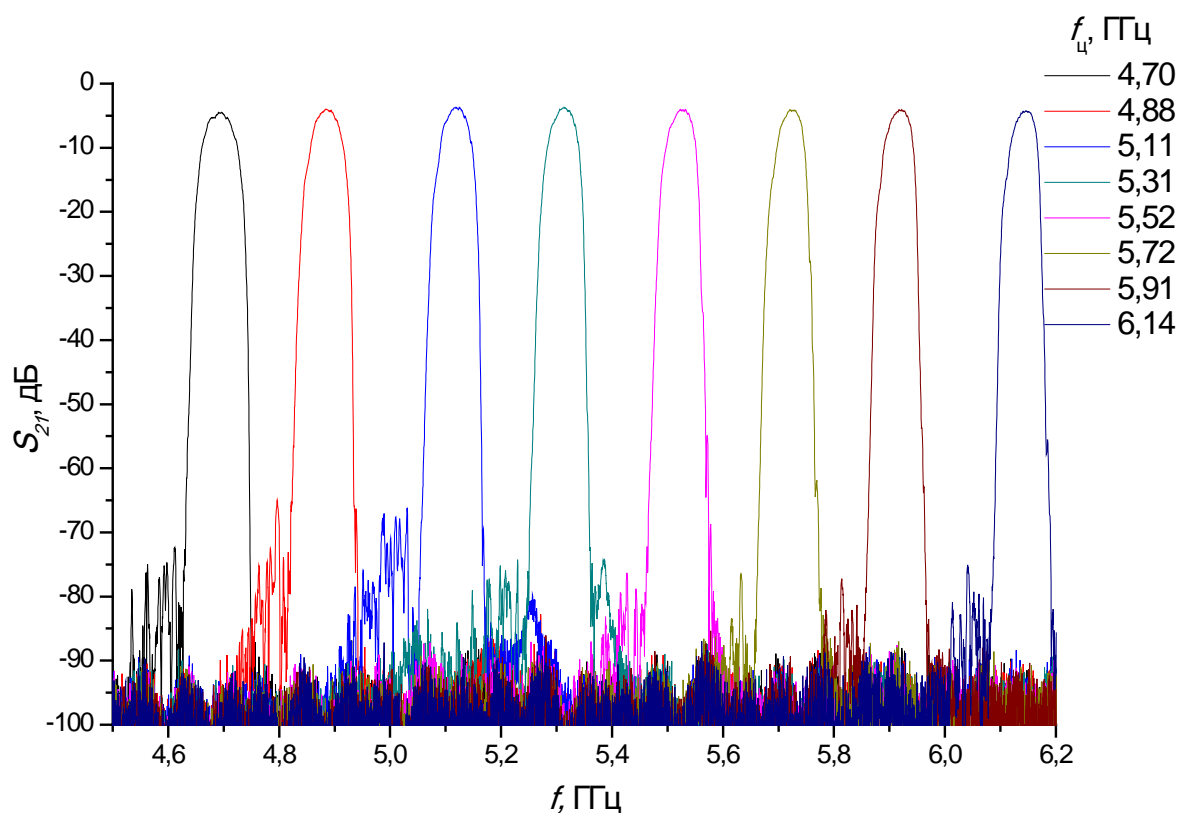


Рис. 3

На рисунке 3 показаны АЧХ фильтра в диапазоне частот 4,7 – 6.1 ГГц. Фильтр имеет минимальные потери не более 4,5 дБ при полосе пропускания 38 – 50 МГц. Уровень паразитных резонансов более 65 дБ. Уровень заграждения превышает 90 дБ.

Фильтры с более узкой полосой пропускания имеют более высокие минимальные потери 3 – 4,5 дБ. Для компенсации потерь в последовательно соединенных фильтрах между ними подключен маломощный усилитель, с коэффициентом усиления порядка 10 дБ. Причем первый фильтр выполняет функцию преселектора и защитную функцию для усилителя в полосе пропускания за счет нелинейных свойств фильтра. Вне полосы пропускания фильтр отражает сигналы и имеет высокое заграждение, что также защищает усилитель. Фильтры на входе и выходе обеспечивают согласование усилителя на центральной частоте полосы пропускания, делая его работу более стабильной.

Фильтры с синхронной перестройкой частоты имеют минимальный коэффициент передачи в полосе пропускания не менее 0 дБ за счет коэффициента усиления порядка 10 дБ.

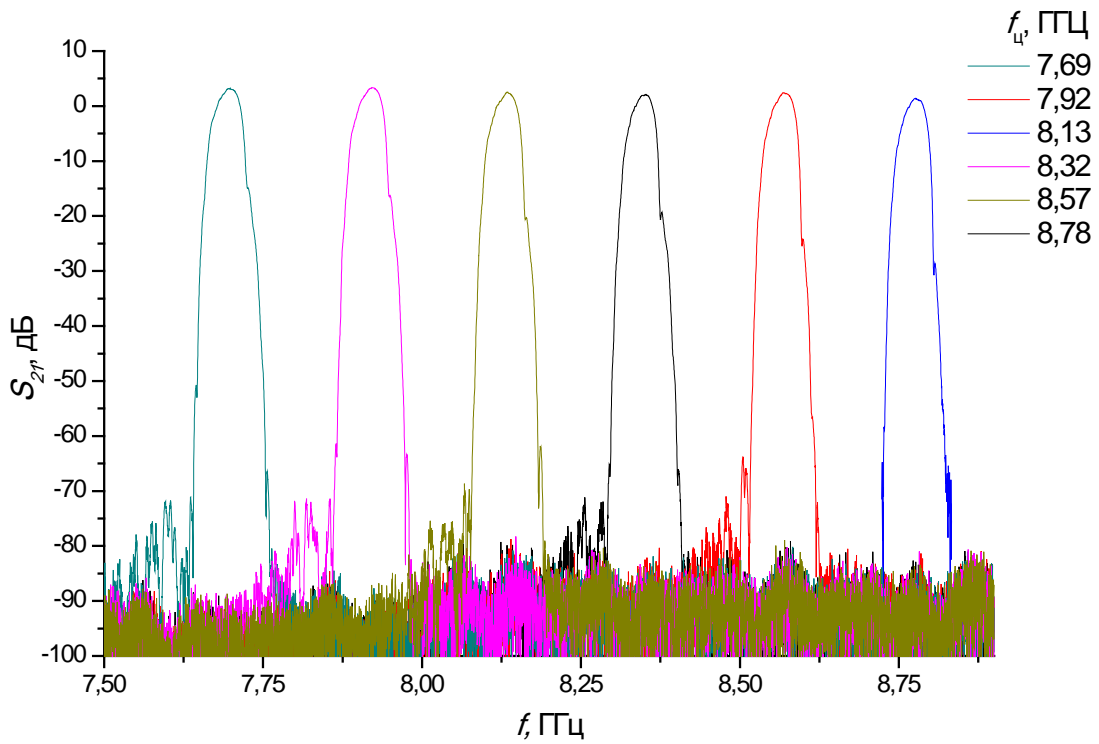


Рис. 4

На рисунке 4 показаны АЧХ фильтра в диапазоне частот 7,7 - 8,8 ГГц. Полоса пропускания 32 – 35 МГц. Уровень паразитных резонансов более 65 дБ. Уровень заграждения превышает 80 дБ.

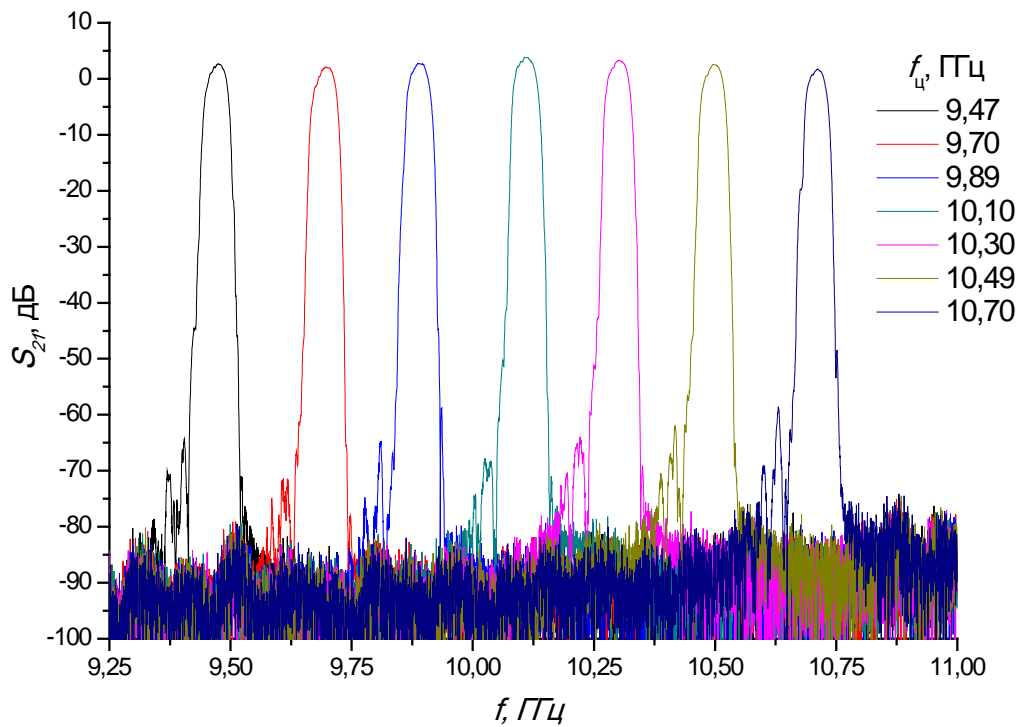


Рис. 5

На рисунке 5 показаны АЧХ фильтра в диапазоне частот 9,5 – 10,7 ГГц. Фильтр имеет минимальные потери не более 4,5 дБ при полосе пропускания 35 – 40 МГц. Уровень паразитных резонансов 60 – 70 дБ. Уровень заграждения превышает 80 дБ.

Уровень шумов в фильтре с синхронной перестройкой частоты с включенным между ними усилителем зависит от потерь входного фильтра и коэффициента шума усилителя. Так как входной фильтр имеет уровень фазовых и амплитудных шумов, превышающий 120 дБ/Гц при отстройке на 1 кГц, а усилитель малошумящий, то данное решение обеспечивает низкий уровень шумов на выходе фильтра.

Библиографический список

1. Фирсенков А.И, Дубовой В.А., Чуркин В.И., Козин А.Э., Федин Д.Н., Перестраиваемые полосно-пропускающие фильтры на основе ферритовых пленок и сферических резонаторов. Сборник статей V Всероссийской конференции «Электроника и микроэлектроника СВЧ». - Т.2. - 30 мая - 2 июня 2016 г. - Санкт-Петербург, Россия. - С.188 - 192.
2. Маврина А.С., Дубовой В.А., Федин Д.Н., Козин А.Э, Гусев М.Ю., Неустроев Н.С., Вирченко М.К., Гайдукевич В.В. Перестраиваемые фильтры на магнитостатических волнах с малыми потерями на основе эпитаксиальных структур ЖИГ. Сборник статей VI Всероссийской конференции «Электроника и микроэлектроника СВЧ». - Т.2. - 29 мая - 1 июня 2017 г. - Санкт-Петербург, Россия. - С.516 - 518.