

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**
(СГУ)

Кафедра физики полупроводников

**Разработка и сравнительный анализ фильтров для модулей смесителей
частот**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 412 группы

направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

факультета нано- и биомедицинских технологий

Яковлева Дениса Дмитриевича

Научный руководитель

профессор, д.ф.-м.н., профессор

должность, ученая степень, ученое звание

подпись, дата

А.И. Михайлов

инициалы, фамилия

Консультант

Инженер – технолог 2 категории

АО «НПЦ «Алмаз-Фазотрон»

должность, ученая степень, ученое звание

подпись, дата

В.Ю. Андреева

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

должность, ученая степень, ученое звание

подпись, дата

А.И. Михайлов

инициалы, фамилия

Саратов 2020

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика работы.

Разработка данных фильтров необходима для смесителей частот блока синтезатора частот оборонного госзаказа. Сравнительный анализ и замена подложек фильтров позволили усовершенствовать прибор: уменьшить массу и стоимость.

Цель и задачи бакалаврской работы.

Целями дипломной работы являются разработка и сравнительный анализ фильтров на подложках ПК-1-г-В 100 и ПК2.

Для выполнения данных целей решались следующие задачи:

- Анализ научной литературы по теме исследования;
- Рассчитать фильтры на подложках ПК-1-г-В 100 и ПК2;
- Провести настройку фильтров на подложках ПК-1-г-В 100 и ПК2;
- Измерить амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) фильтров на подложках ПК-1-г-В 100 и ПК2;
- Провести сравнительный анализ фильтров на подложках ПК-1-г-В 100 и ПК2.

Структура бакалаврской работы.

Кроме ВВЕДЕНИЯ, ЗАКЛЮЧЕНИЯ и СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ работа включает 3 основных раздела:

1. Классификация фильтров по виду АЧХ;
2. Расчёт полосовых фильтров;
3. Экспериментальная часть.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В разделе 1 произведен анализ литературы, посвящённой фильтрам. Изучена основная классификация фильтров по виду амплитудно-частотной характеристики. Приведены идеализированные АЧХ фильтров.

В разделе 2 произведен анализ литературы, посвященный расчётам полосовых фильтров. Изучены расчёты широкополосного и узкополосного полосового фильтра.

В разделе 3 описываются экспериментальные работы исследования, а именно:

Исследуемая структура

На базе АО «НПЦ «АЛМАЗ-ФАЗОТРОН» был разработан узел фильтров, электрическая схема которого представлена на рисунке 1.

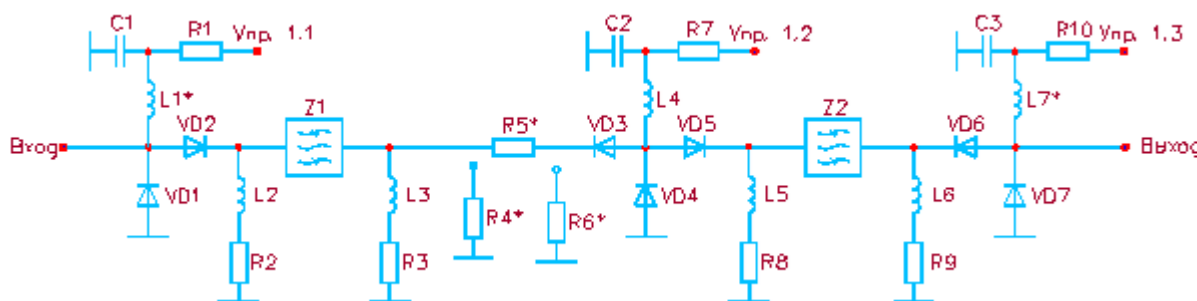


Рисунок 1 – Схема электрического узла фильтра

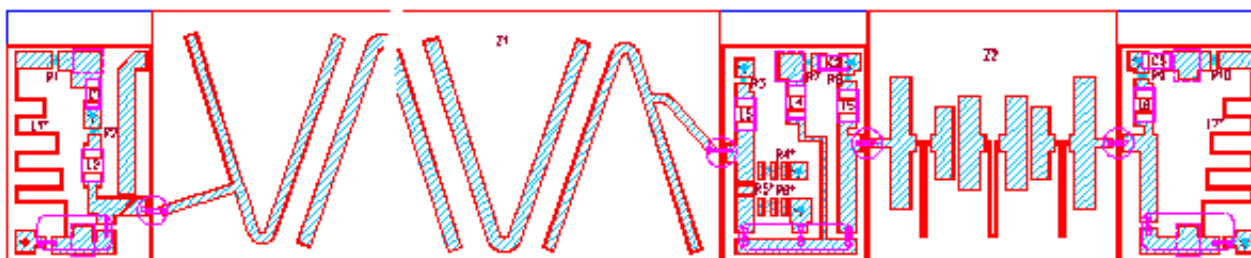


Рисунок 2 – Сборочный чертёж узла полосового фильтра

В данной схеме Z1 – фильтр на подложке ПК-1-г-В 100 длиной 46 мм, шириной 14 мм, толщиной 1 мм. Проектирование топологии фильтра и моделирование его параметров выполнялось в САПР Advanced Design System (ADS). В результате проектирования была получена следующая топология рисунок 3.



Рисунок 3 – Топология полосового фильтра с центральной частотой пропускания 800 МГц на ПК-1-г-В 100, полученная в результате расчёта в САПР ADS. Цифры на топологии указаны в мм

Моделирования параметров данного фильтра дало следующие результаты (рисунки 4).

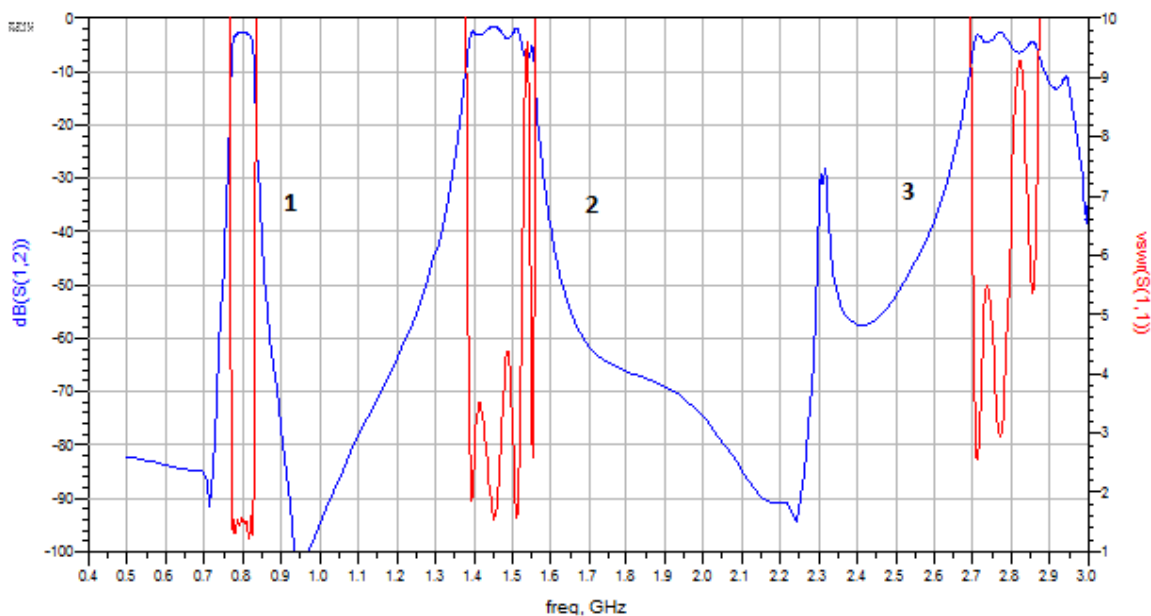


Рисунок 4 – Расчётная характеристика АЧХ полосового фильтра на подложке ПК-1-г-В 100 с центральной частотой пропускания 800 МГц, где 1 – основная полоса пропускания; 2 и 3 – паразитные полосы пропускания

Для подавления паразитных полос пропускания был спроектирован и смоделирован дополнительный фильтр (Z2). Для проектирования данного фильтра применялась САПР Filter Solution и САПР ADS. На первом этапе проектирования в САПР Filter Solution были заданы основные параметры полосового фильтра, а именно – ширина полосы пропускания (80 МГц) и центральная частота (800 МГц). Рассчитанная эквивалентная схема полосового фильтра была перенесена в ADS. После чего была смоделирована работа получившейся топологии.

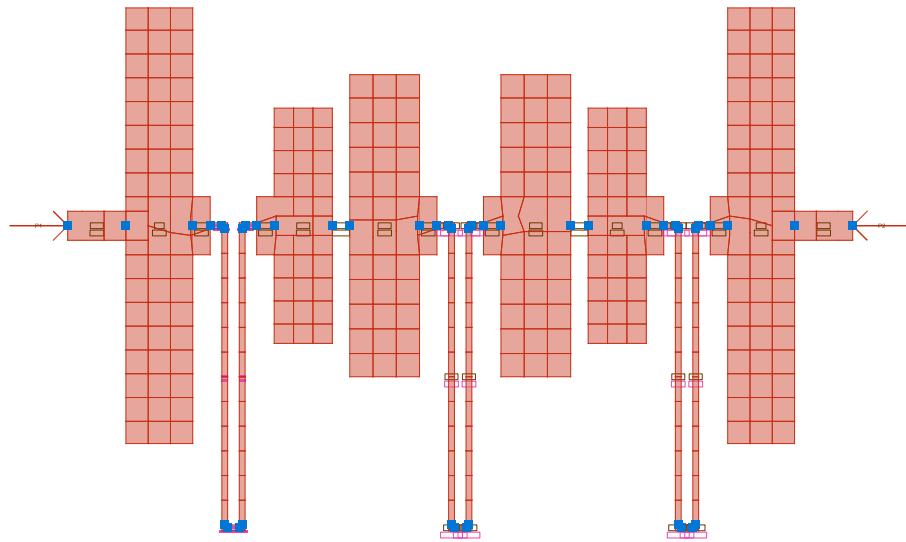


Рисунок 5 – Топология дофильтровщика для ПФ на ПК-1-г-В 100, полученная в результате расчёта в программе ADS на 800 МГц

В результате моделирования были получены следующие параметры.

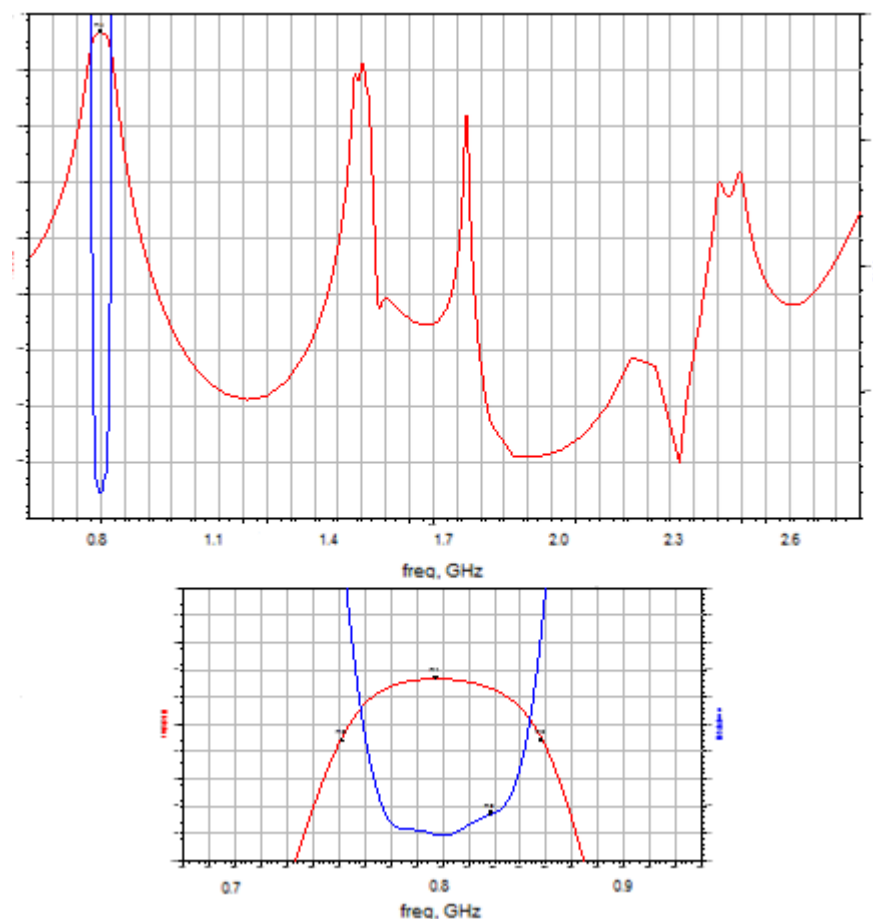


Рисунок 6 – Расчётная характеристика фильтра Z2 на подложке ПК-1-г-В 100 с частотой 800 МГц. График сверху и снизу отличаются масштабом

Как видно, из расчетов параметров фильтров Z1 и Z2, паразитные полосы пропускания этих фильтров будут подавлять друг друга.

В результате настройки фильтров были выявлены следующие проблемы:

1. Материал подложек ПК-1-г-В 100 достаточно хрупкий;
2. Из-за высокой диэлектрической проницаемости данного материала (100), процесс настройки становится очень трудоемким;
3. Материал является дорогостоящим.

В связи с полученными результатами было принято решение спроектировать и смоделировать альтернативные структуры фильтров на подложке ПК2 длиной 35 мм, шириной 14 мм, толщиной 1мм. Проектирование и моделирование производилось в ADS.

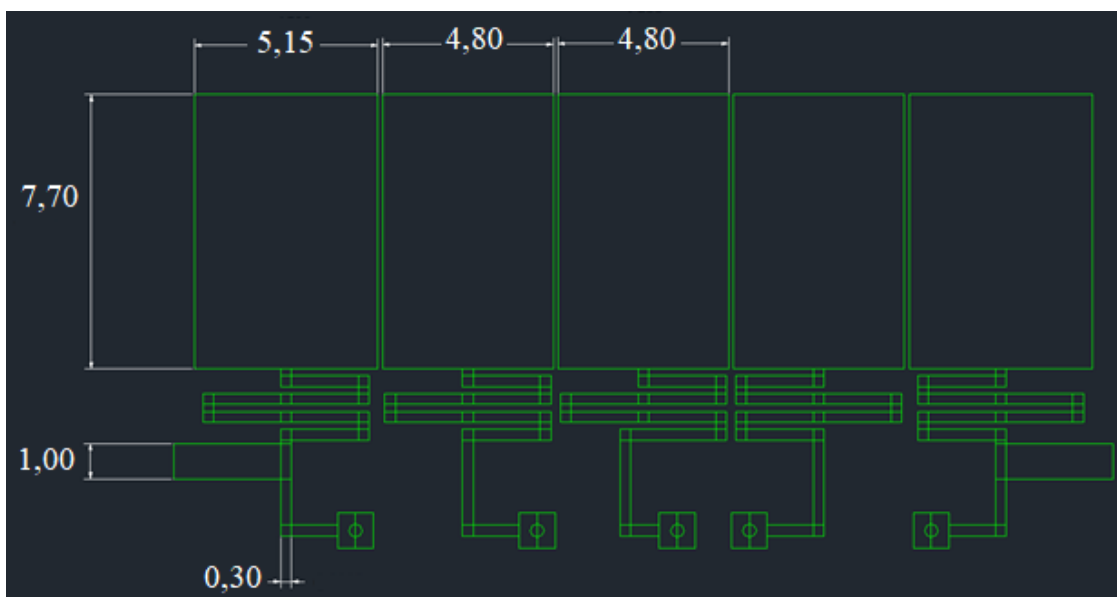


Рисунок 7 – Топология полосового фильтра на подложке ПК2, полученная в результате расчёта в программе ADS на 800 МГц. Цифры на топологии указаны в

ММ

В результате моделирования были получены следующие параметры.

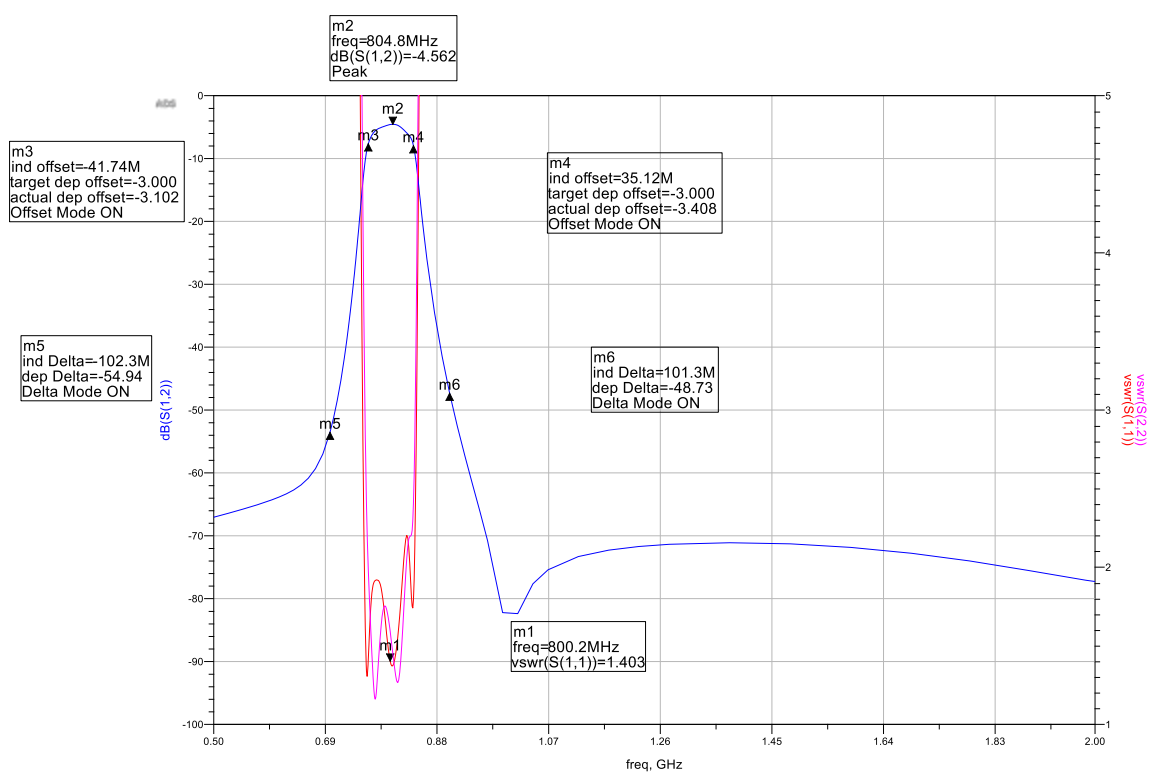


Рисунок 8 – Расчётная характеристика полосового фильтра на ПК2 с частотой 800 МГц

Оборудование и методика измерений

Измерения проводились на анализаторе цепей «Обзор». К панораме подключаются кабели, фильтр помещается в специальную оснастку. Кабели подключались к оснастке. Далее измеряются параметры фильтра.

Результаты эксперимента

На рисунке 9 и 10 приведены измеренные АЧХ и КСВН узла фильтров, а также на подложке ПК2. Стоит отметить, что, так как в узле фильтров было решено использовать два одинаковых фильтра данной топологии ($Z1$ и $Z2$), это позволило решить все ранее обнаруженные проблемы при работе с фильтрами на подложке ПК-1-г-В 100. Однако:

1. Подложка ПК2 является гораздо более адаптированной к технологическим возможностям предприятия, что позволяет избежать технологического брака;

2. Настройка фильтров на подложке ПК2 является менее трудоемкой из-за диэлектрической проницаемости материала (10). Земляные отверстия позволяют избавиться от паразитных полос пропускания. Металлизированные отверстия имеют различные паразитные индуктивности, что обусловлено технологическими возможностями изготовления на нашем предприятии и качеством пайки. Паразитная индуктивность и её неидентичность являются параметрами, максимально пагубно сказывающимися на АЧХ готового фильтра. Влияние этих параметров компенсируется в процессе настройки нанесением индиевых накладок вблизи металлизированных отверстий (нанесение накладок увеличивает емкость);

3. Подложка ПК2 гораздо дешевле подложки ПК-1-г-В 100, а ввиду невысокой диэлектрической проницаемости разброс значений от партии к партии несущественно влияет на АЧХ фильтра.

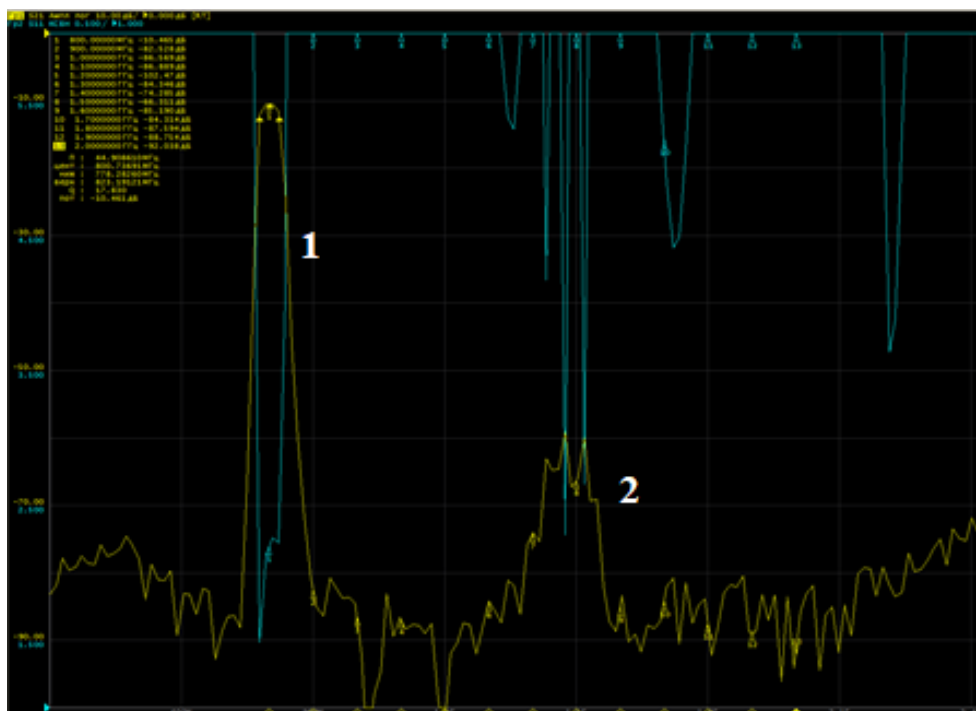


Рисунок 9 – Измеренные АЧХ и КСВН узла фильтров, где 1 – основная полоса пропускания; 2 – паразитная полоса пропускания

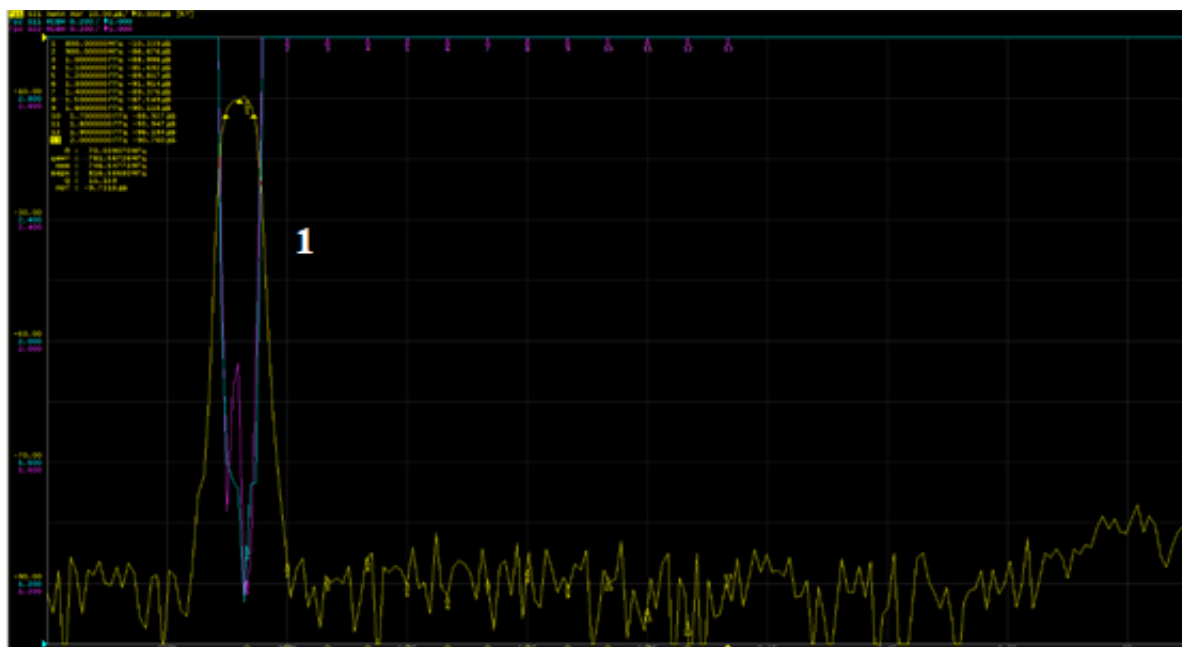


Рисунок 10 – Измеренные АЧХ и КСВН фильтра на подложке ПК2, где 1 – основная (рабочая) полоса пропускания

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать следующие выводы в ходе дипломной работы:

1. Было проведено проектирование и моделирование структур фильтров на подложках ПК-1-г-В 100 и ПК2;
2. Была проведена настройка фильтров на подложках ПК-1-г-В 100 и ПК2;
3. Были измерены амплитудно-частотные характеристики фильтров на подложках ПК-1-г-В 100 и ПК2;
4. Был проведен сравнительный анализ фильтров на подложках ПК-1-г-В 100 и ПК2, и поиск технических решений для устранения недостатков.

В ходе расчётов фильтров были получены следующие значения на подложках ПК-1-г-В 100 и ПК2:

Основная (рабочая) полоса пропускания ПФ на ПК-1-г-В 100 составляет 55 МГц, центральная частота – 800 МГц. Измерения параметров готовых фильтров совпали с расчетными значениями.

В ходе работы с подложкой ПК-1-г-В 100 был выявлен ряд недостатков (технологические сложности изготовления, трудоемкость настройки, паразитные полосы пропускания). В связи с этим был проведен поиск решений для устранения недостатков. Результатом стали альтернативные структуры фильтров на подложке ПК2.