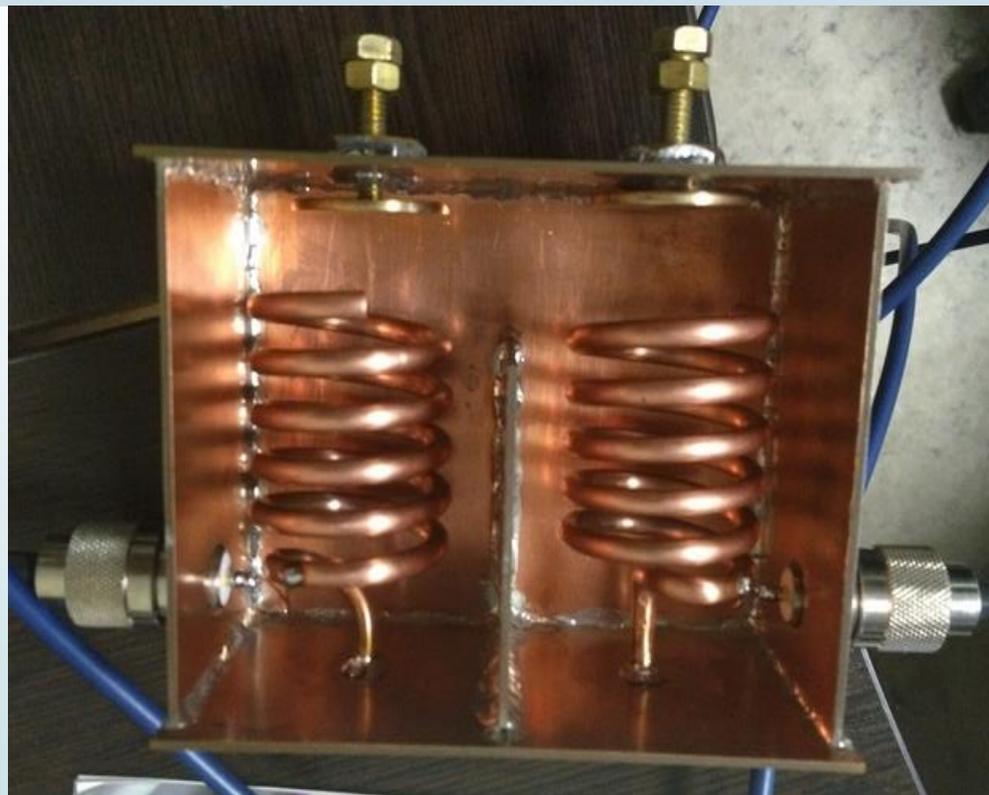


# **Фильтр на спиральных резонаторах в интегральном исполнении**

Егошин Юрий Игоревич,  
Инженер-конструктор ОНИИП



# Спиральный фильтр



**Рис. 1. Спиральный фильтр в классическом исполнении**

# **Интегральный спиральный резонатор**

**Целью данной работы являлась разработка конструкции фильтра на двух спиральных резонаторах в интегральном исполнении с центральной частотой 1500 МГц.**

**Для этого были решены следующие задачи:**

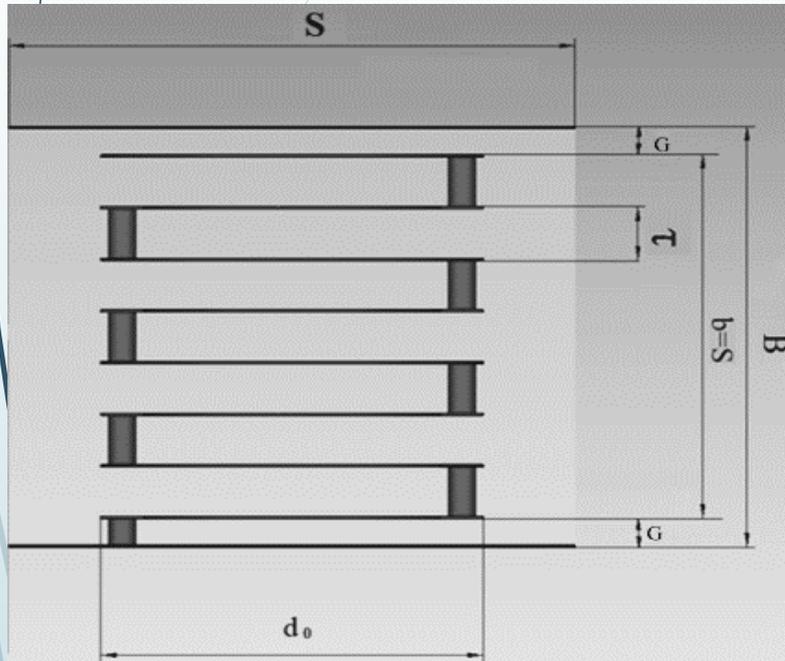
- 1) расчет интегрального спирального резонатора на центральную частоту 1500 МГц;**
- 2) расчет конструкции двухрезонаторного фильтра.**

# Особенности конструкции спирального резонатора

**При расчете интегрального спирального резонатора необходимо принять во внимание следующие особенности:**

- расстояние между витками спирали определяется толщиной керамического листа(ов);**
- максимальная высота резонатора ограничивается возможным количеством керамических слоев в структуре (для LTCC не более 40 слоев);**
- в качестве диаметра проводника  $d$  принимается ширина печатного полоска интегральной спирали.**

# Расчет интегрального спирального резонатора



**Рис. 2. Конструкция спирального интегрального резонатора в LTCC-исполнении**

**Отношение диаметра спирали к стороне квадратного экрана:**  $\frac{d_0}{S} = 0,66$ ;

**Расстояние от спирали до верхнего и нижнего экрана:**  $G = 0,3S$ ;

**Ширина проводника не менее  $0,5\tau$ ;**

**Количество витков резонатора:**

$$N = \frac{4064}{f_0 S \sqrt{1 + \frac{1.772 \Delta \epsilon}{S}}}$$

**Ненагруженная добротность резонатора:**

$$Q_u = 60S\sqrt{f_0}$$

# Расчет интегрального спирального фильтра

Добротность фильтра  $Q_d$  равна

$$Q_d = 0,5q_i \frac{1}{\Delta\omega}$$

Расстояние отвода резонатора для связи с входной и выходной нагрузкой

$$\text{tap} = \frac{N\theta^\circ}{90^\circ}, \text{ где}$$

$$\sin\theta = \sqrt{\frac{R_b}{2Z_0} \frac{R_{\text{tap}}}{Z_0}}$$

Характеристическое сопротивление резонатора

$$Z_0 = \frac{136190}{f_0 d_0},$$

Отношение сопротивления незаземленной части резонатора до отвода к входному сопротивлению

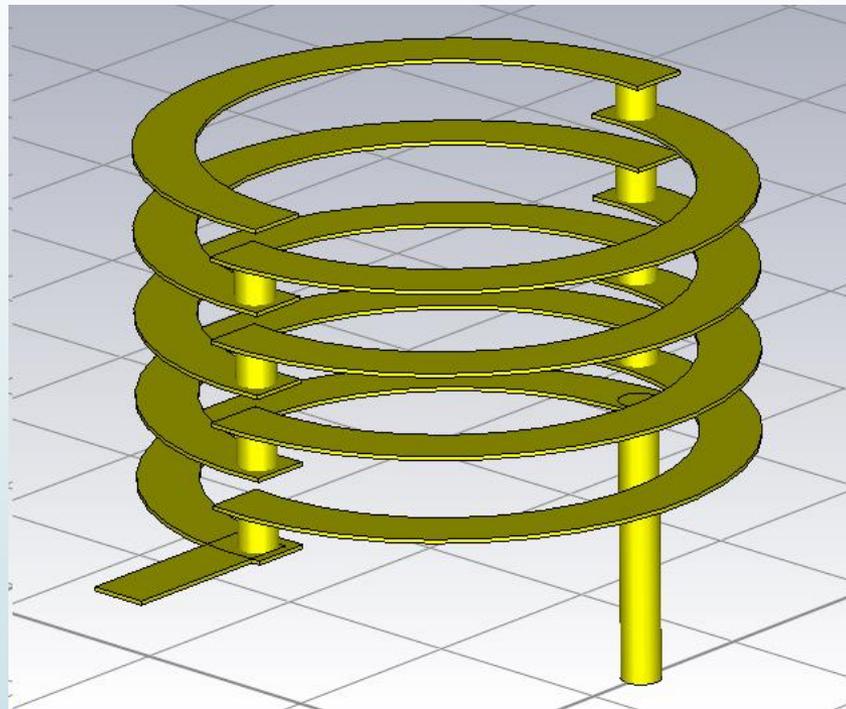
$$\frac{R_b}{Z_0} = \frac{\pi}{4} \left( \frac{1}{Q_d} - \frac{1}{Q_u} \right)$$

# Интегральный спиральный резонатор



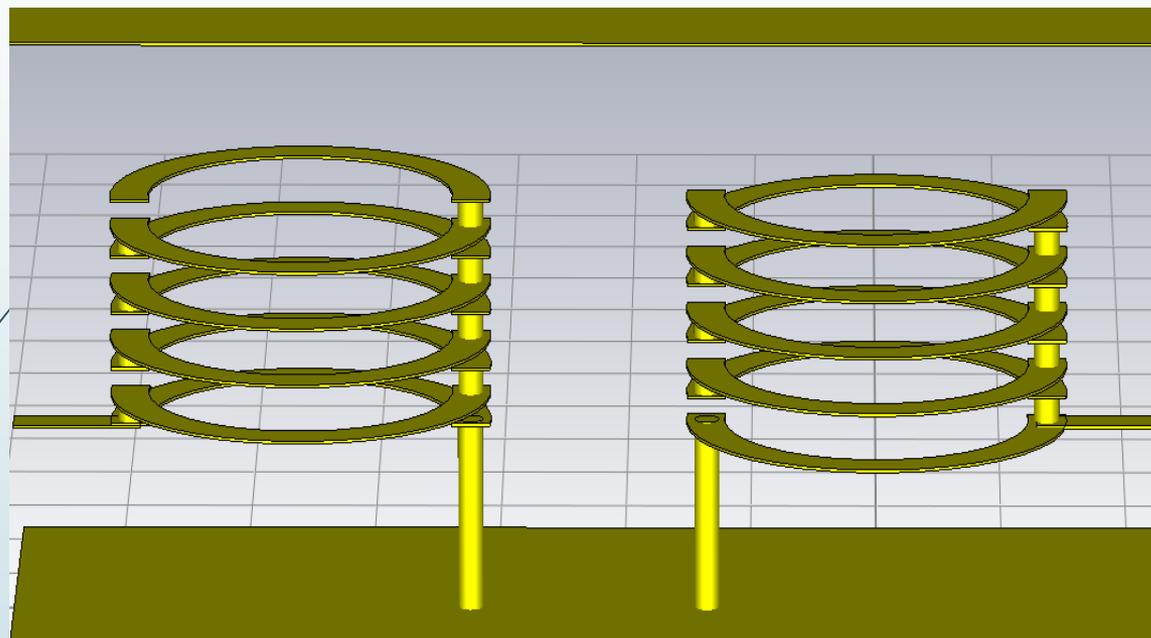
ОМСКИЙ НИИ  
**ОНЗИП**

ПРИБОРОСТРОЕНИЯ  
ДАЛЬНЯЯ РАДИОСВЯЗЬ.  
АППАРАТУРА И КОМПЛЕКСЫ.



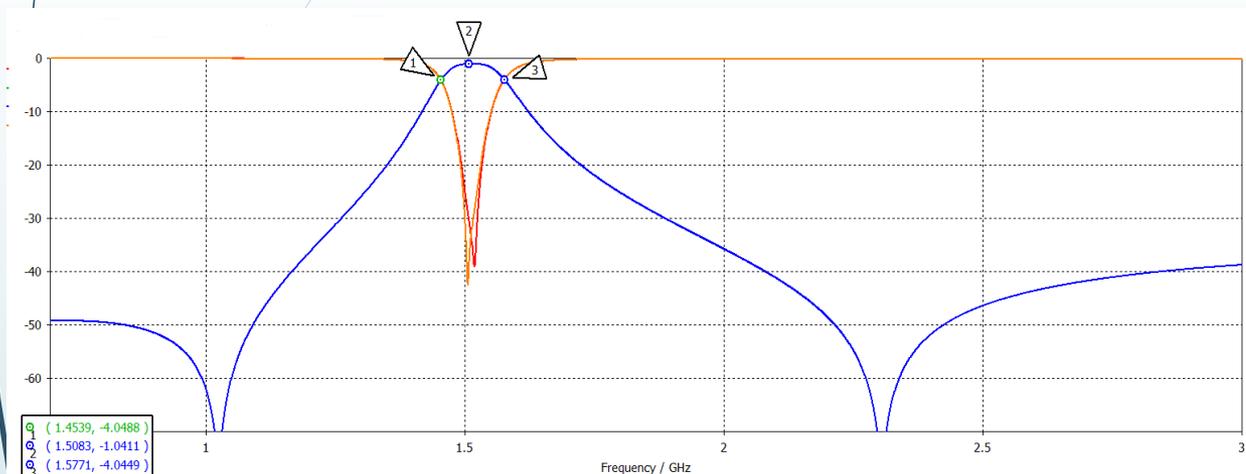
**Рис. 3. Конструкция рассчитанного спирального интегрального резонатора**

# Фильтр на интегральных спиральных резонаторах

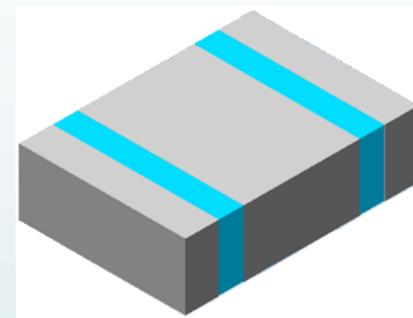


**Рис. 4. Внутренняя структура  
фильтра**

# Фильтр на интегральных спиральных резонаторах



a)



б)

**Рис. 5. АЧХ фильтра на интегральных спиральных резонаторах (а), внешний вид готового фильтра (б)**

**Вносимые потери - 1 дБ**

**Полоса пропускания - 8%**

**Затухание за полосой не менее 40 дБ**

**Размеры - 4,6x2,3x2,3 мм**

**Возвратные потери не меньше 35 дБ**

# Заключение

***В работе показана конструкция малогабаритного двухрезонаторного узкополосного фильтра с центральной частотой 1500 МГц, полосой пропускания 8%, вносимыми потерями на уровне 1 дБ, возвратными потерями не хуже 35 дБ и затуханием в дальней зоне не менее 40 дБ.***



**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**