

**МИНЕСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского**

**ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ И РАДИОФИЗИКИ**

**НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

**«Разработка перестраиваемого LC-фильтра на основе варикапов»**

Выполнена студентом группы ФРМ-302-О-07

Григорьевой И.В.

Научный руководитель: Зам. нач. по научной работе, к.т.н. Яковлев А. Н.



# Актуальность

Разработка малогабаритных устройств частотной селекции сигналов, с малым энергопотреблением перестраиваемых в диапазоне 4 – 25 МГц



# Техническое задание

Перестраиваемые фильтры перекрывающие диапазоны 4 – 7 МГц,  
7 – 13 МГц, 13 – 25 МГц

- сопротивление нагрузки 50 Ом,
- управляющим напряжением от 1 до 12 В,
- относительная полоса пропускания по уровню 3 дБ не менее 3 %,
- потери в полосе пропускания 4-6 дБ,
- коэффициент прямоугольности по уровню 30 дБ не более 10,
- минимально возможные габаритные размеры.

# Выбор схемы

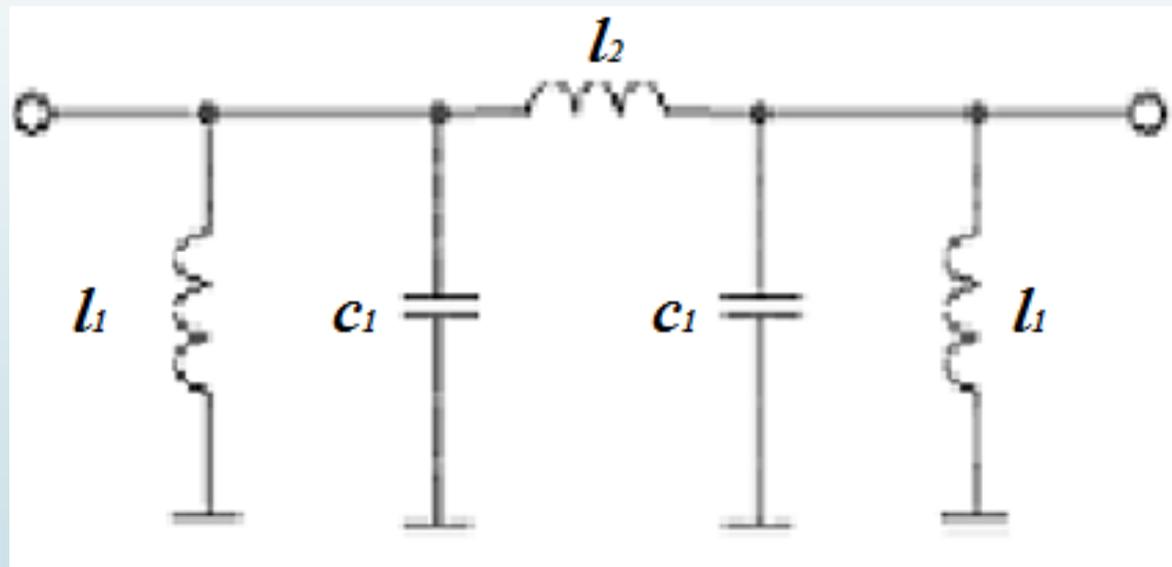
● определение значений элементов схемы:

$$C_1 = \frac{1}{2\pi f_0 R'_H w} = 40 \text{ нФ}$$

$$l_1 = l_0 \beta_1 = 21 \text{ мкГн}$$

$$l_2 = l_0 \beta_2 = 450 \text{ мкГн}$$

$$R'_H = \frac{1}{2\pi f_0 C_1 w} = 15 \text{ кОм}$$



# Согласование на требуемую нагрузку

Сопротивление нагрузки согласующего звена:

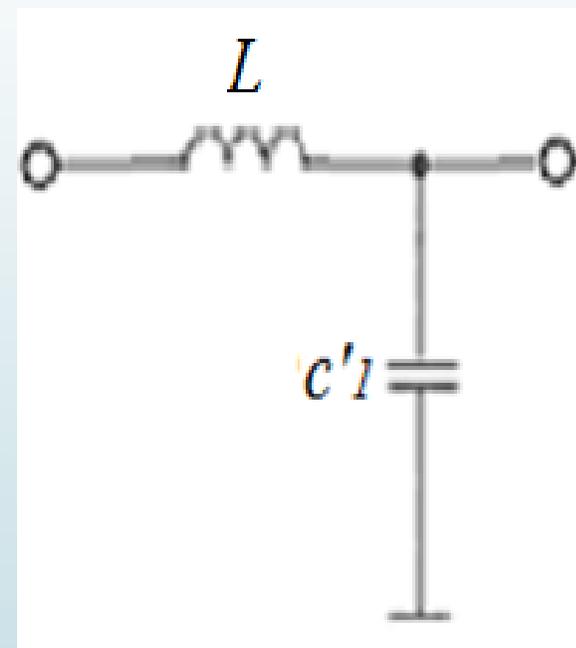
$$R_H = 50 \text{ Ом}$$

Определение значений элементов звена:

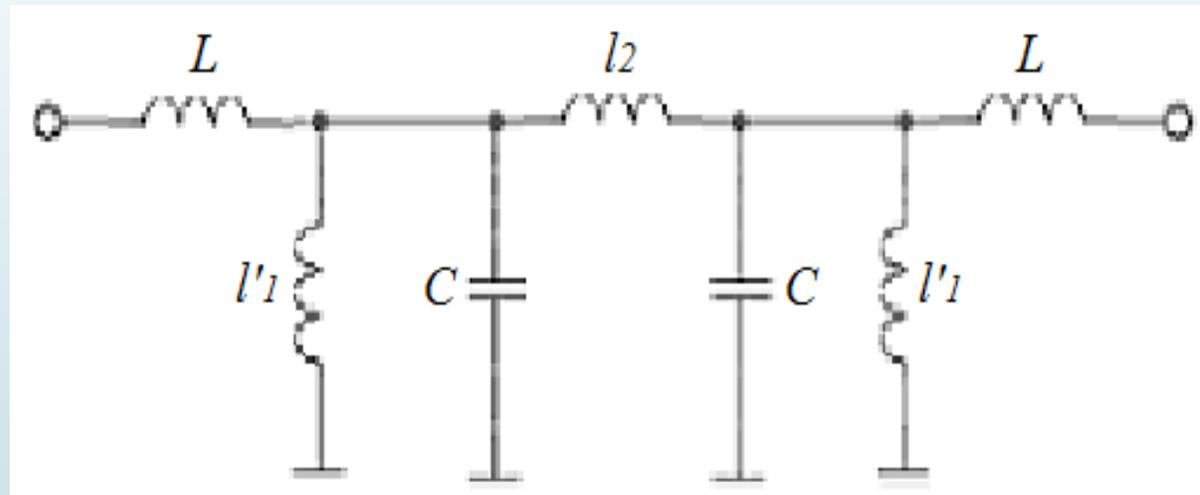
$$K = \frac{R'_H}{R_H} = \frac{15000}{50} = 300$$

$$L = \frac{R_H \sqrt{K-1}}{\omega_\phi} = 26 \text{ мкГн}$$

$$c'_1 = \frac{\sqrt{K-1}}{R'_H \omega_\phi} = 34 \text{ пФ}$$

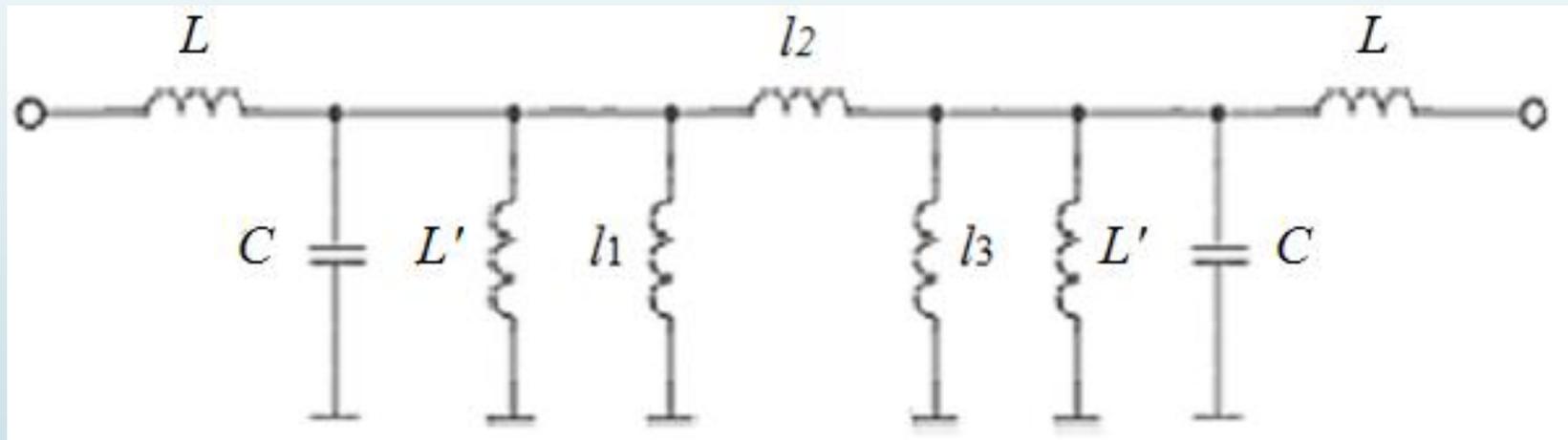


# Схема перестраиваемого фильтра

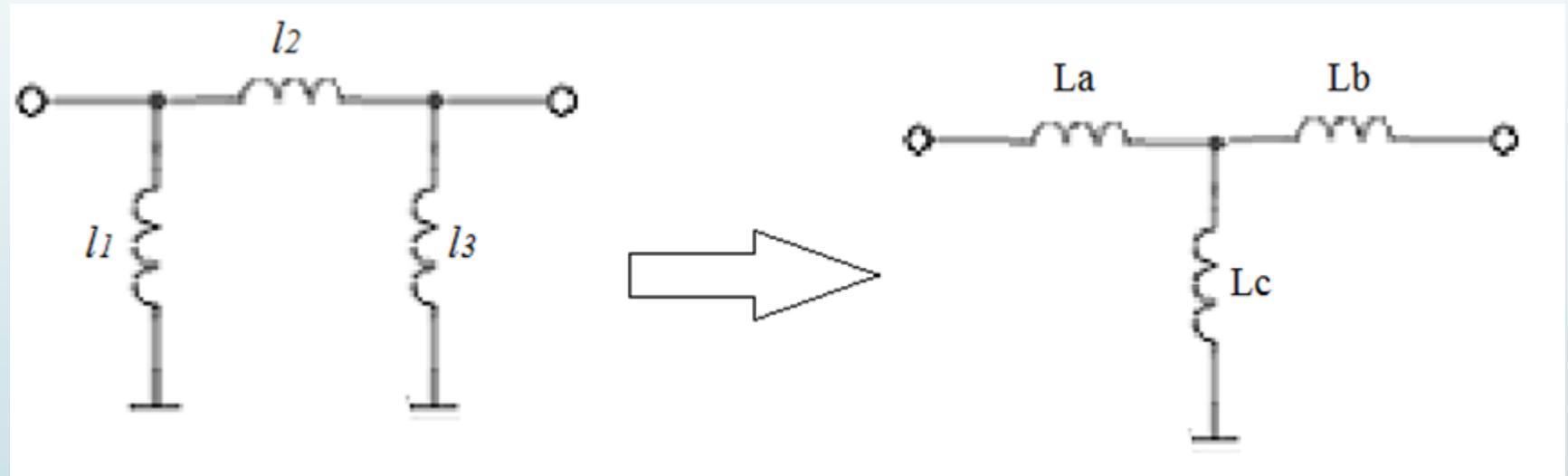


# Преобразование фильтра

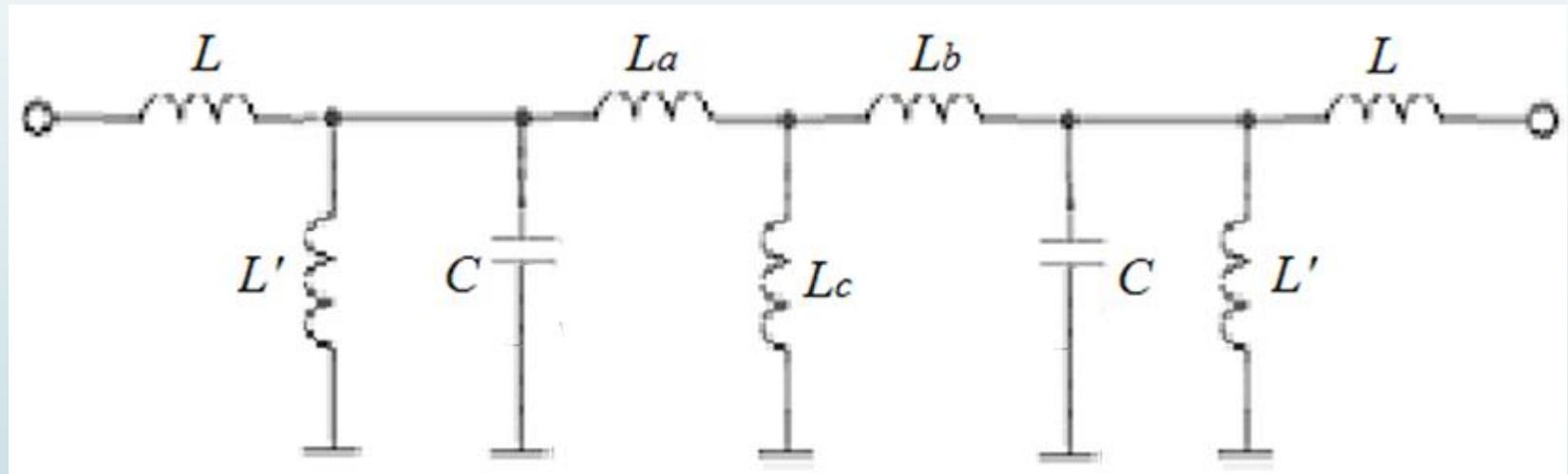
Представим индуктивность  $l'_1$  в виде  $L'$  и  $l_1$  и  $L'$  и  $l_3$



# Преобразование фильтра

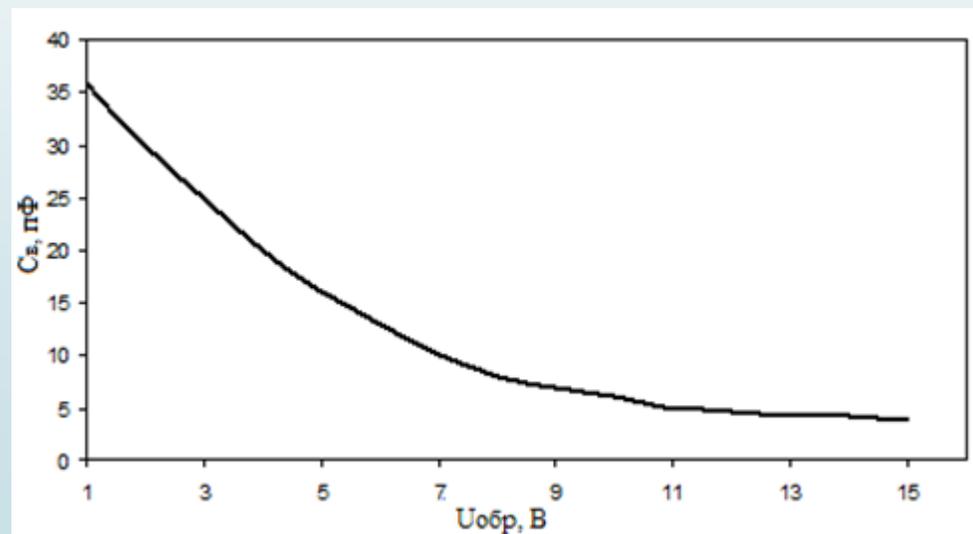


# Перестраиваемый полосовой фильтр



# Выбор управляющего элемента

Тип варикапа	C <sub>в</sub>		Q <sub>в</sub>	І <sub>обр</sub>	K <sup>2</sup> <sub>пер</sub>
	МИН	МАКС	МИН	МАКС	МИН
<b>2В175А9</b>	2,4	36	150	10,0	13,5



# Расчёт катушек индуктивности

Чтобы получить рассчитанные номиналы катушек рассчитанного фильтра, количество витков провода, которое необходимо при использовании выбранных сердечников определяется по следующей формуле

$$n = \sqrt{\frac{L}{2 \cdot \mu_r \cdot D \cdot \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}}, \text{ где}$$

Высота сердечника:  $D = 0,2$  см

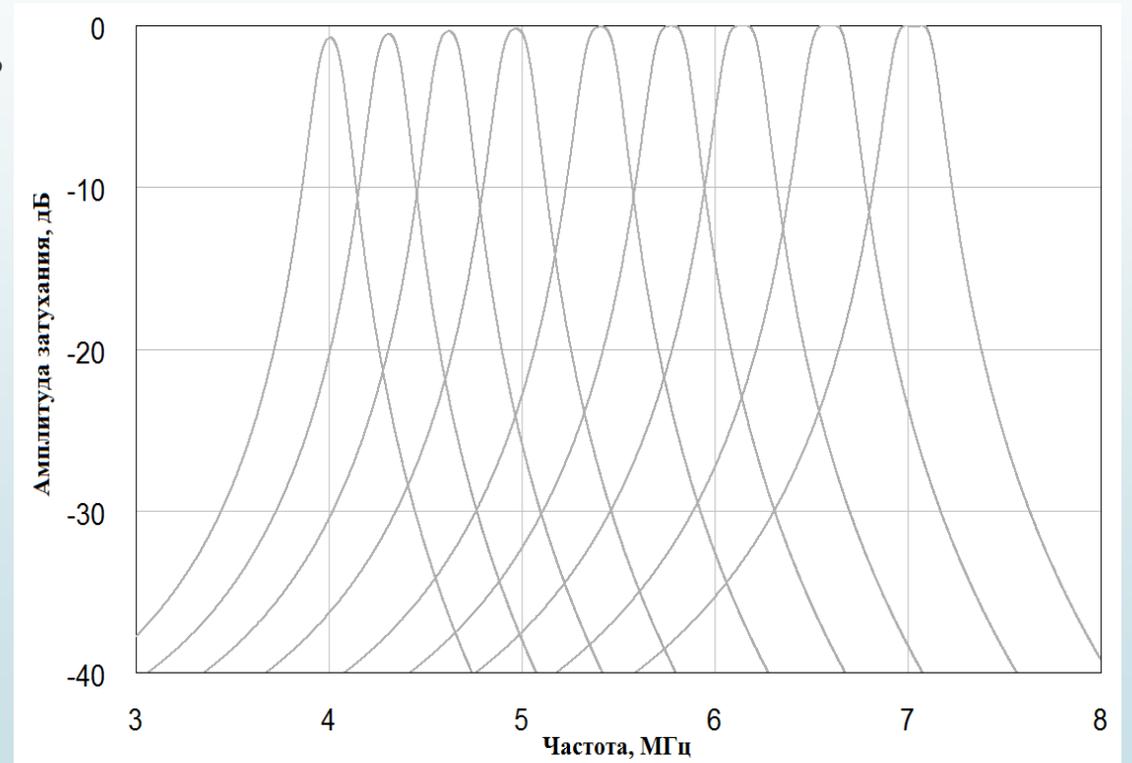
Внутренний радиус сердечника:  $R_1 = 0,2$  см

Внешний радиус сердечника:  $R_2 = 0,35$  см

Магнитная проницаемость феррита:  $\mu_r = 20$

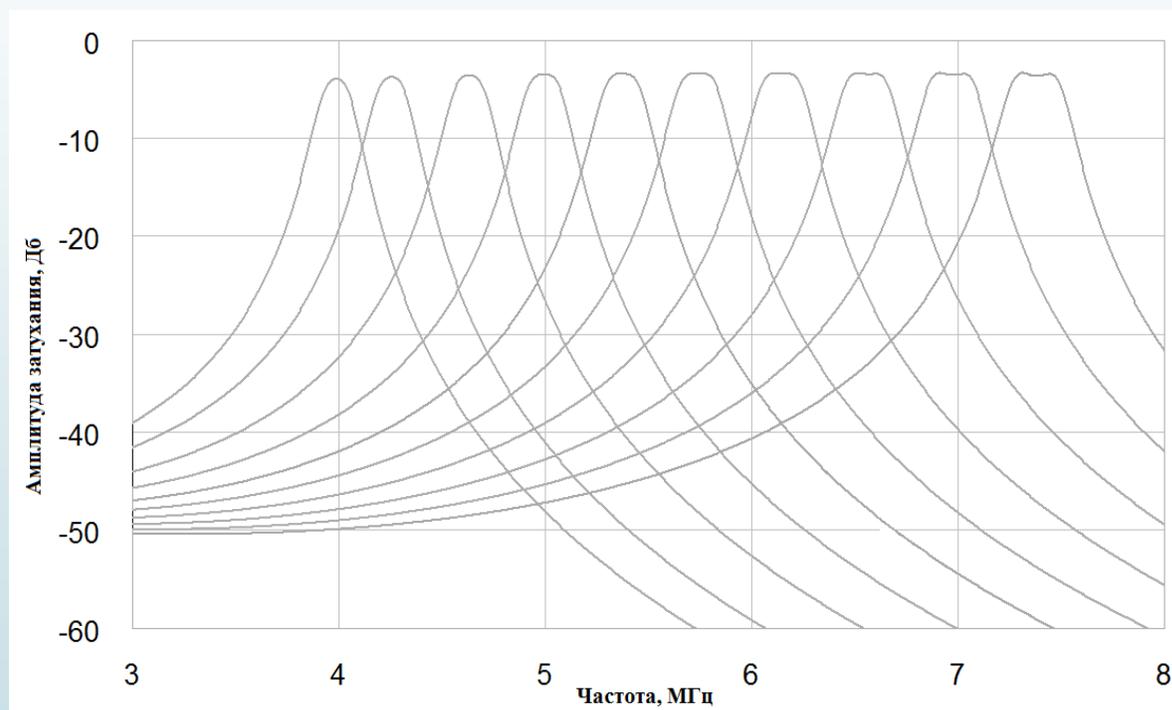
# Результат моделирования идеального фильтра

Диапазон перестройки 4 – 7 МГц,  
затухание в ПП изменяется  
от 0 до 0,7 дБ,  
относительная ПП принимает  
значения равные от 3,5 до 3,7 %,  
коэффициент прямоугольности  
не превышает 10.



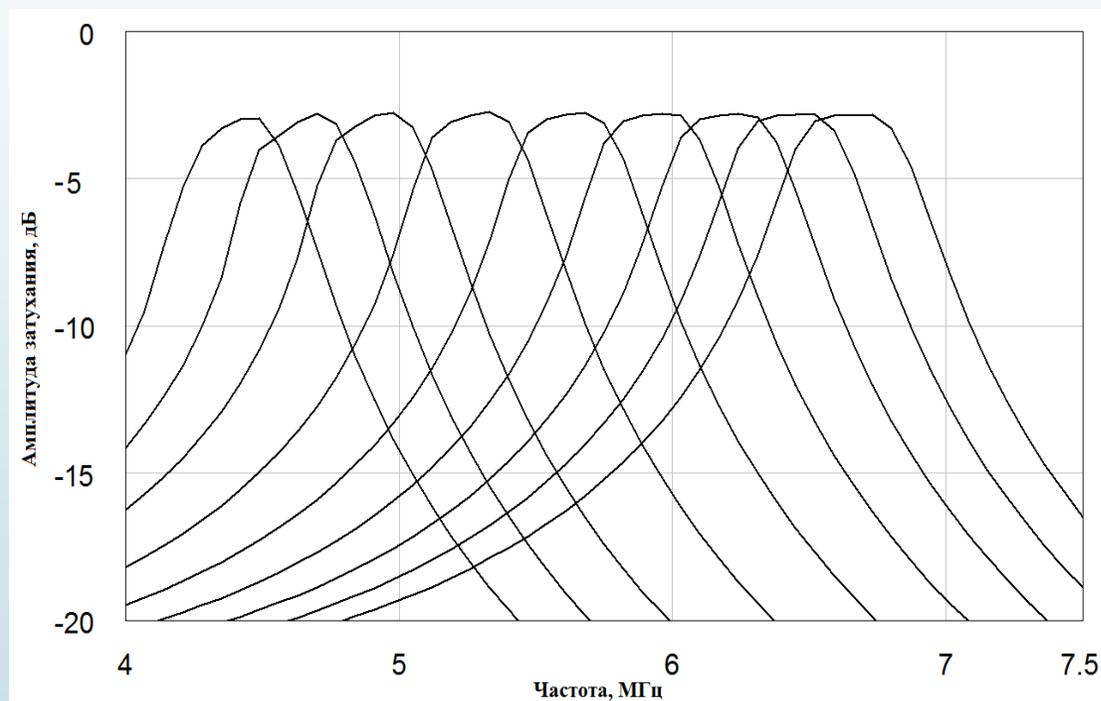
# Результат моделирования фильтра с реальными параметрами

Диапазон перестройки 4 – 7 МГц,  
затухание в ПП изменяется  
от 3,3 до 3,9 дБ  
относительная ПП принимает  
значения равные от 4 до 4,3 %,   
коэффициент прямоугольности  
не превышает 10.



# Экспериментальные данные

Диапазон перестройки 4 – 7 МГц,  
при изменении управляющего  
напряжения от 1 до 12 В  
затухание в ПП изменяется  
от 2,9 до 3,9 дБ,  
относительная ПП принимает  
значения равные от (3,2 0,2) %,   
коэффициент прямоугольности  
не превышает 10.



# Нелинейные искажения

Напряжение управления, В	Внутриполосные интермодуляционные искажения при отстройке от $f_0 \pm 10/20$ кГц, дБмкВ	Внеполосные интермодуляционные искажения при отстройке от $f_0 \pm 250/500$ кГц, дБмкВ
1	70	86
12	74	90

# Климатическое воздействие

Климатические условия	U, В	a, дБ	f <sub>a</sub>	f <sub>0</sub>	f <sub>b</sub>
Нормальные условия	1	3,6	4,06	4,15	<b>4,23</b>
	12	4,2	6,66	6,74	<b>6,9</b>
« минус 40 С°»	1	3,1	4,11	4,19	<b>4,27</b>
	12	3,9	6,65	6,77	<b>6,88</b>
« + 70 С°»	1	4	4,01	4,08	<b>4,19</b>
	<b>12</b>	<b>4,9</b>	<b>6,64</b>	<b>6,75</b>	<b>6,89</b>



Спасибо за внимание!