

**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 (I СЕМЕСТР)**

**«Активные фильтры нижних частот»**

Выполнена  
Студентом группы ФРМ-302-О-07  
Вербицкой Н.О.  
Научный руководитель:  
Зам. нач. по научной работе, к.т.н.  
Яковлев А. Н.

Омск - 2013

Целью данной научно исследовательской работы является разработка частотно-избирающего устройства, предназначенного для работ в диапазоне нижних частот.

На основании указанной цели работы была поставлена задача рассчитать АРС-фильтр нижних частот с параметрами:

1.  $f_{cp_{3дБ}} = 20$  Гц;

2.  $K_{пр_{3/40дБ}} \leq 2,5$ ;

3.  $K_y = 1 \pm 0,2$ ;

4.  $R = 2$  кОм;

5. тип АЧХ – Баттервотра.

# Расчет порядка фильтра

Рассчитываем  $F_k$ :

$$K_{\text{пр}} = F_k / F_c \quad (1)$$

$$F_k = 50 \text{ Гц}$$

Определяем порядок фильтра:

$$n \geq \frac{a_0 - 10 * \lg(10^{0,1 * \Delta a} - 1)}{20 * \lg\left(\frac{F_k}{F_c}\right)} \quad (2)$$

$$n \geq \frac{40 - 10 * \lg(10^{0,3} - 1)}{20 * \lg\left(\frac{50}{20}\right)}$$

$$n \geq 5,03$$

**Определим добротность каждого звена:**

$$Q = \frac{\sqrt{C}}{B} \quad (3)$$

**1-е звено**

$$C=1$$

$$B=0,518$$

$$Q=1,03 \quad \text{звено низкодобротное, т.к. } Q \leq 2$$

**2-е звено**

$$C=1$$

$$B=1,414$$

$$Q=0,707 \quad \text{звено низкодобротное, т.к. } Q \leq 2$$

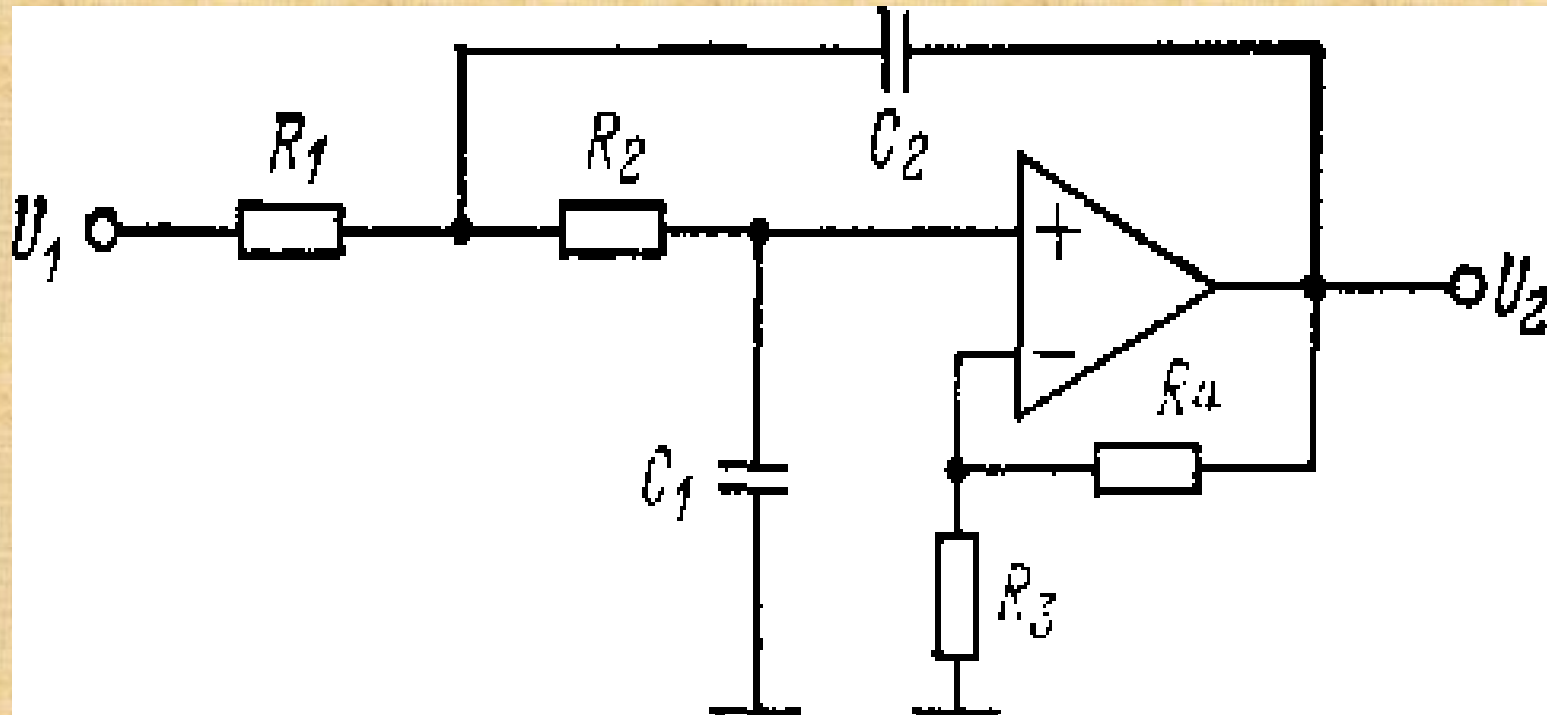
**3-е звено**

$$C=1$$

$$B=1,932$$

$$Q=0,517 \quad \text{звено низкодобротное, т.к. } Q \leq 2$$

**Учитывая добротность, все 3 звена  
имеют одинаковый прототип:**



## Рассчитаем элементы первого звена:

$$B=0,518$$

$$C=1$$

$$C_2 = \frac{10}{F_c} = 0,5 \text{ мкФ} \quad (4)$$

$$C_1 = \frac{[B^2 + 4 * C(K_y - 1)] * C_2}{4 * C} = \frac{[0,26832 + 4 * (1 - 1)] * 0,5}{4} = 0,03354 \text{ мкФ} \quad (5)$$

$$R_1 = \frac{2}{\left[ BC_2 + \sqrt{[B^2 + 4C(K_y - 1)]C_2^2 - 4CC_1C_2} \right] \omega_c} \text{ , где } \omega_c = 2\pi F_c \quad (6)$$

$$R_1 = 0,061 \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{1}{CC_1C_2R_1\omega_c^2} = 0,061 \text{ Ом} \quad (7)$$

Т.к.  $K_y=1$ , то R3 и R4 заменяются на разомкнутую и короткозамкнутую цепи

$$K_y = 1 + \frac{R_4}{R_3} \quad (8)$$

## Рассчитаем элементы второго звена:

$$C=1$$

$$B=1,414$$

$$C_2 = \frac{10}{F_c} = 0,5 \text{ мкФ}$$

$$C_1 = \frac{[B^2 + 4 * C(K_y - 1)] * C_2}{4 * C} = 0,25 \text{ мкФ}$$

$$R_1 = \frac{1}{\left[ BC_2 + \sqrt{[B^2 + 4C(K_y - 1)]C_2^2 - 4CC_1C_2} \right] \omega_c}$$

$$R_1 = 0,023 \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{1}{CC_1C_2R_1\omega_c^2} = 0,023 \text{ Ом}$$

Т.к.  $K_y=1$ , то  $R_3$  и  $R_4$  заменяются на разомкнутую и короткозамкнутую цепи

$$K_y = 1 + \frac{R_4}{R_3}$$

## Рассчитаем элементы третьего звена:

$$C=1$$

$$B=1,932$$

$$C_2 = \frac{10}{F_c} = 0,5 \text{ мкФ}$$

$$C_1 = \frac{[B^2 + 4 * C(K_y - 1)] * C_2}{4 * C} = 0,467 \text{ мкФ}$$

$$R_1 = \frac{1}{\left[ BC_2 + \sqrt{[B^2 + 4C(K_y - 1)]C_2^2 - 4CC_1C_2} \right] \omega_c}$$

$$R_1 = 0,016 \text{ Ом}$$

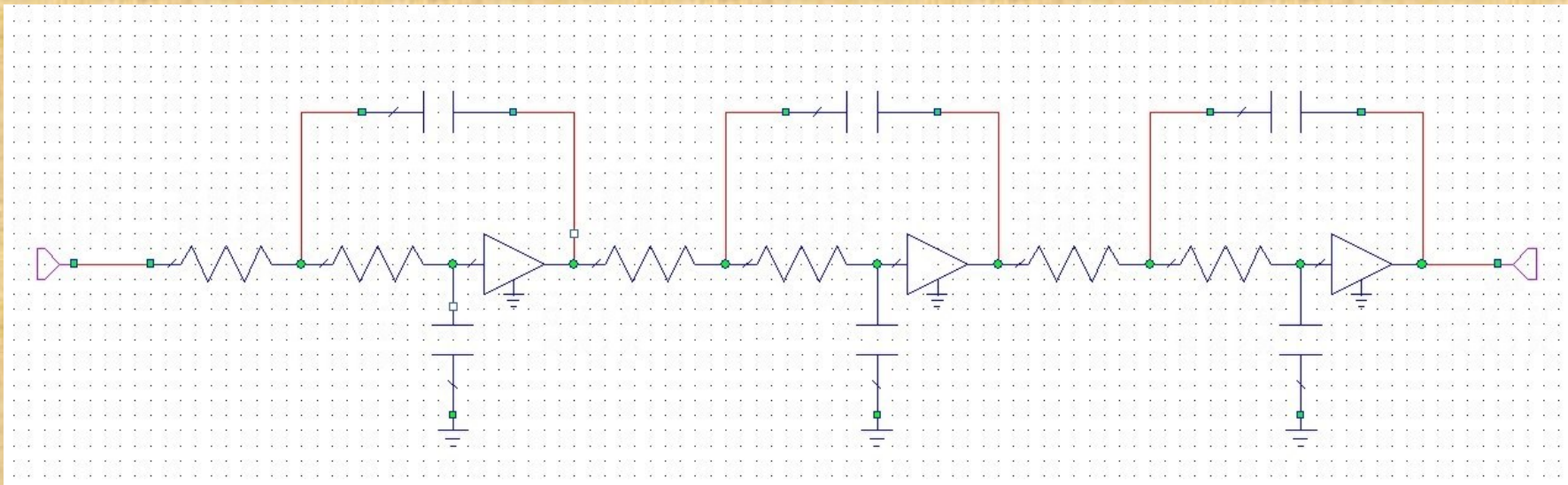
$$R_2 = \frac{1}{CC_1C_2R_1\omega_c^2} = 0,016 \text{ Ом}$$

Т.к.  $K_y=1$ , то  $R_3$  и  $R_4$  заменяются на разомкнутую и короткозамкнутую цепи

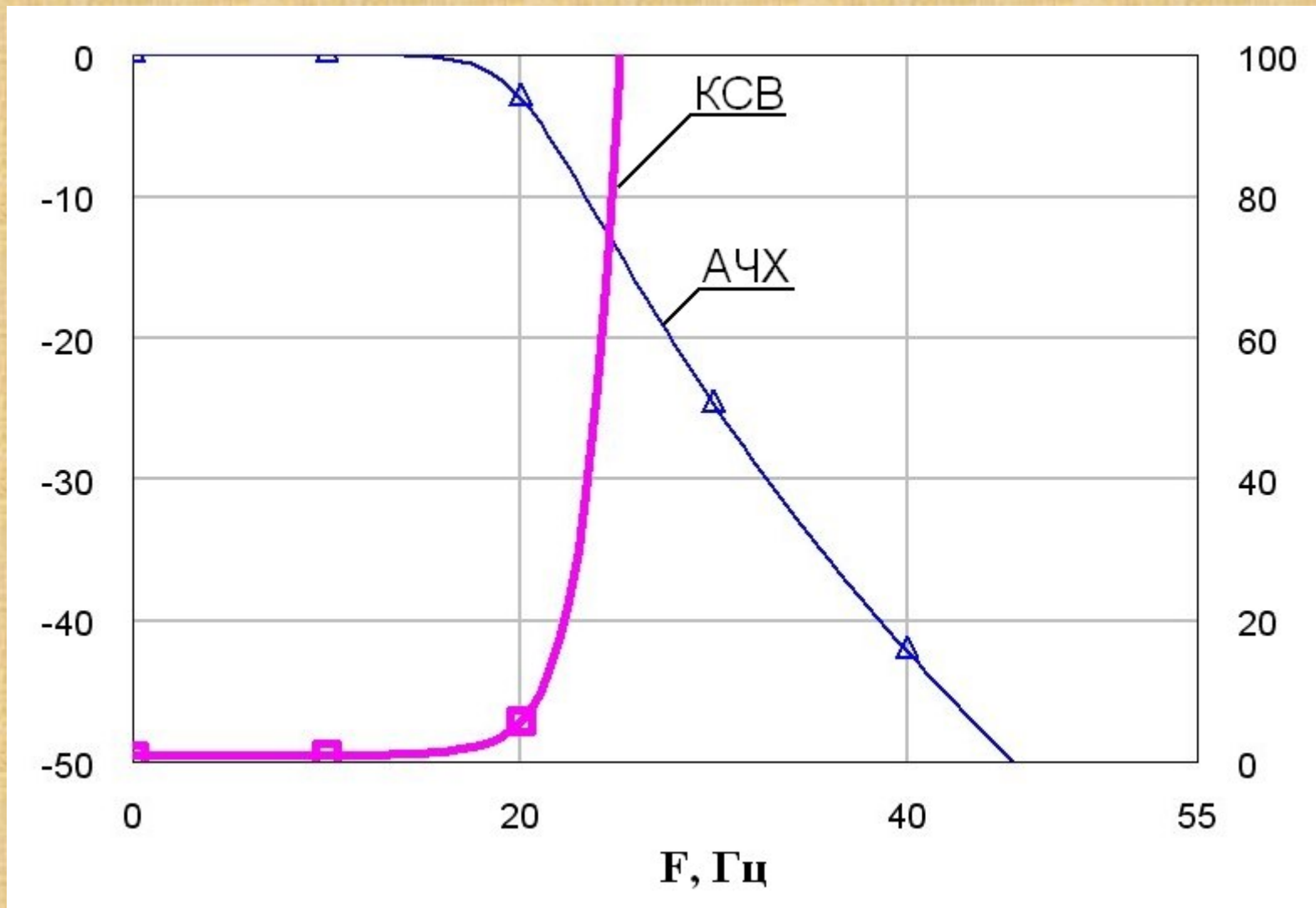
$$K_y = 1 + \frac{R_4}{R_3}$$



# Схема моделирования в AWR design environment



# Результат моделирования



## Заключение:

В рамках данной научно исследовательской работы было разработано частотно-избирающее устройство, предназначенное для работ в диапазоне нижних частот. Был рассчитан АРС-фильтр нижних частот с параметрами:

1.  $f_{cp_{3дБ}} = 20 \text{ Гц};$

2.  $K_{пр_{3/40дБ}} \leq 2,5;$

3.  $K_y = 1 \pm 0,2;$

4.  $R = 2 \text{ кОм};$

5. тип АЧХ – Баттервотра.

**Спасибо за внимание!**