

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

$$C=1$$

$$B=1,414$$

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

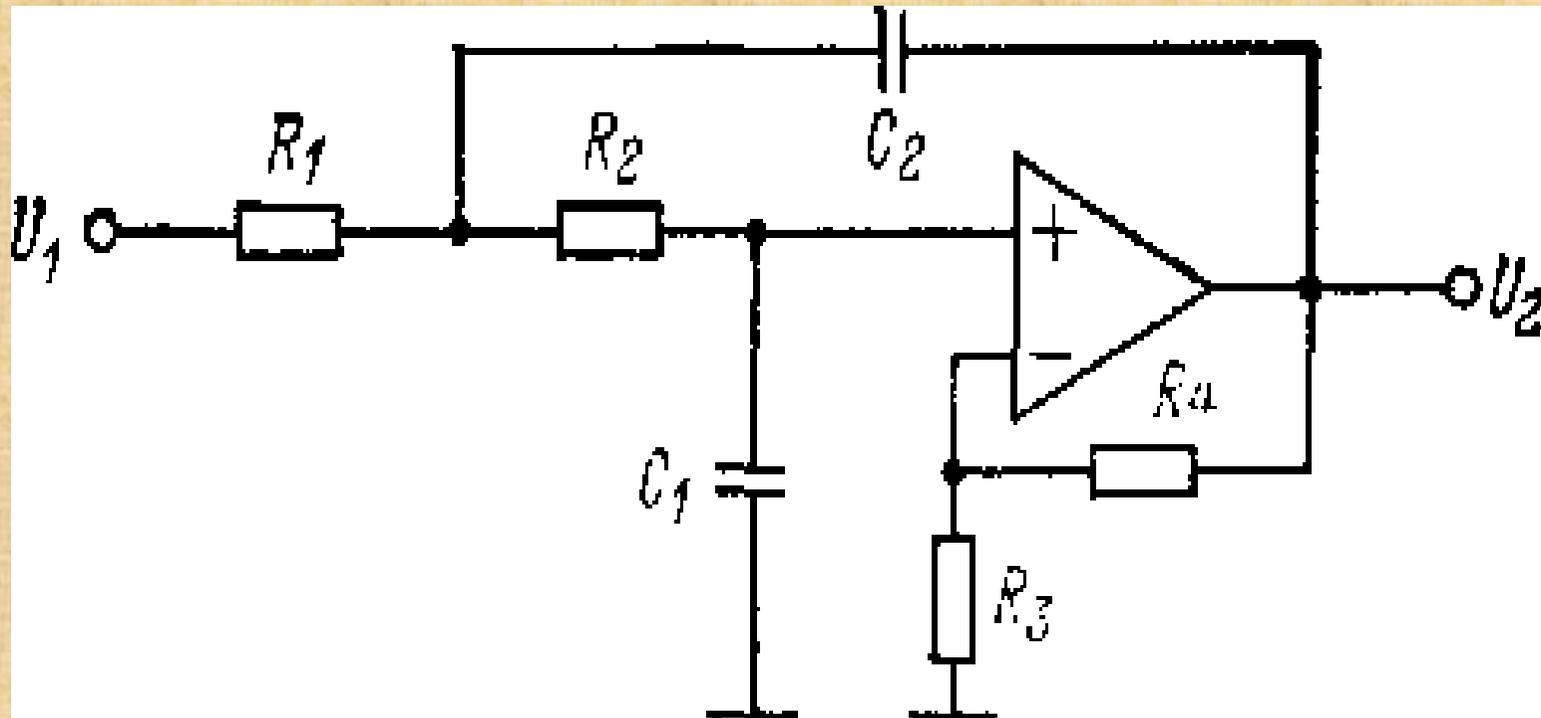
3-е звено

$$C=1$$

$$B=1,932$$

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

**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:

$$C=1$$

$$B=1,932$$

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

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

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

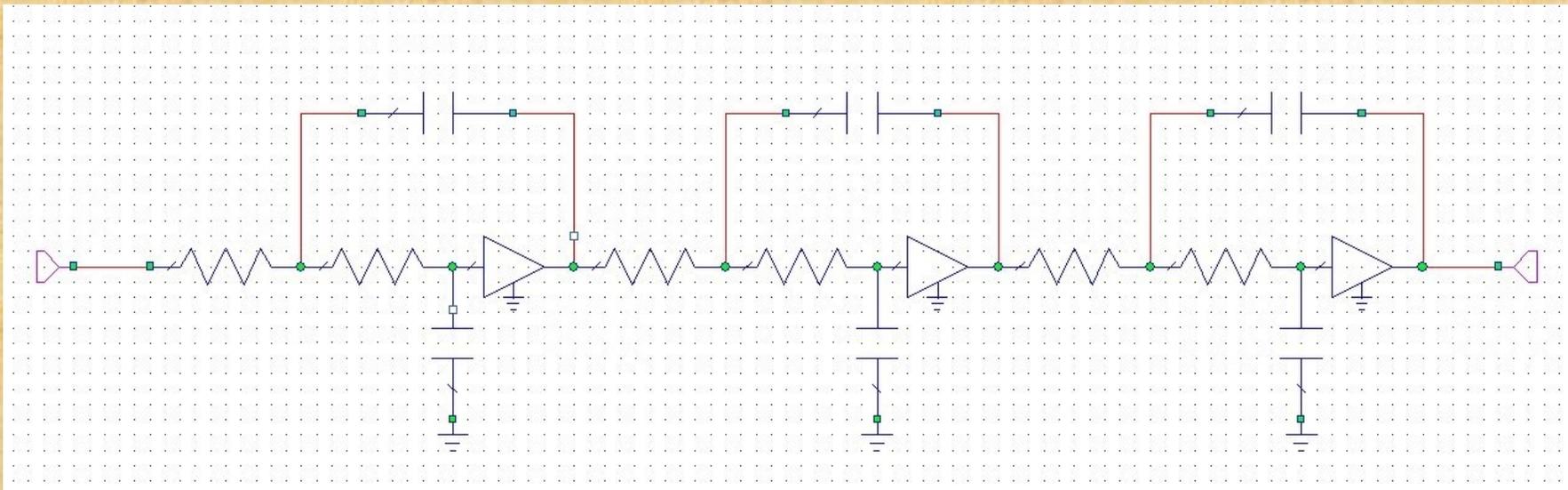
$$R_1 = 0,016 \text{ Ом}$$

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

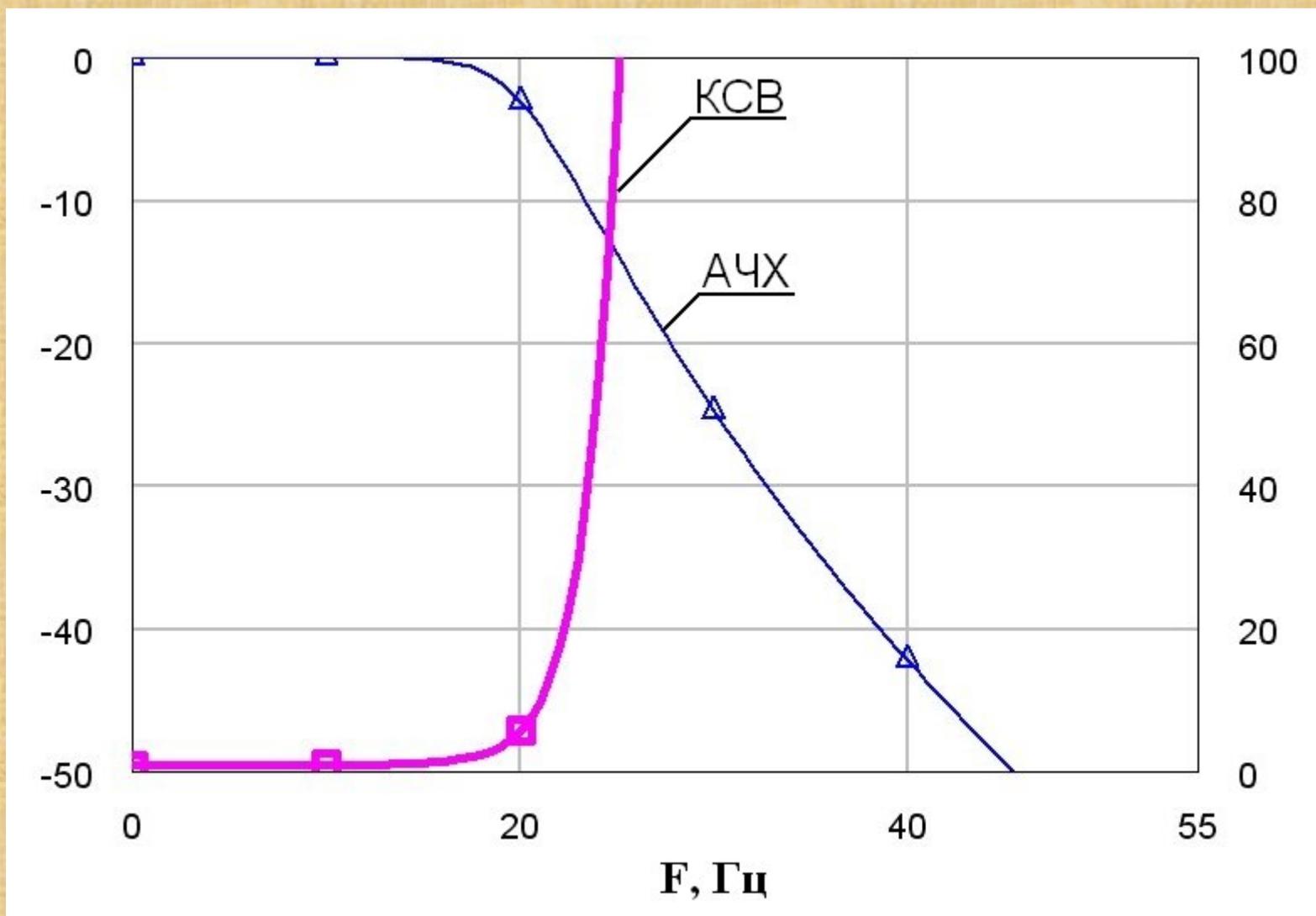
Т.к. $K_y=1$, то R_3 и R_4 заменяются на разомкнутую и короткозамкнутую цепи

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

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 ARC-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.

Спасибо за внимание!