

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
(ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»)

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова
Кафедра формирования и обработки радиосигналов

Лабораторная работа №3
«ИССЛЕДОВАНИЕ БИХ-ФИЛЬТРОВ»

Дисциплина:
Цифровая обработка сигналов

Группа: ЭР-11-21
Студент: Тимохин С.А.
Вариант: 15
Преподаватель: Торопчин Д.С.

Москва, 2024

Цель лабораторной работы

Освоение проектирования БИХ-фильтров по заданному НЧ-прототипу методом обобщенного билинейного преобразования. Исследование частотных и импульсной характеристик фильтров.

НЧ - прототип	Порядок	Тип фильтра	$f_{\text{п}}, \text{кГц}$	$f_{\text{д}}, \text{кГц}$
Чебышев 0,3дБ	5	ФНЧ	6	18

Таблица 1 - Данные

Выполнение работы

1. Расчет передаточной функции фильтра методом обобщенного билинейного преобразования.

Метод ОБП позволяет находить передаточные функции фильтров с помощью справочных материалов по нормированным НЧ-прототипам аналоговых фильтров. Расчет цифровых фильтров можно проводить по НЧ-прототипам, используя специальные формулы замены переменных. Необходимые для расчета формулы представлены ниже.

$$T(s) = \frac{1.0785}{s^2 + 0.2578 * s + 1.0785} * \frac{0.5195}{s^2 + 0.6749 * s + 0.5195} * \frac{0.4171}{s + 0.4171}$$

– НЧ – прототип Чебышева 0.3 Дб, 5 порядок

$$s = \gamma \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}, \gamma = \text{ctg}(\pi W_{\text{п}}), W_{\text{п}} = \frac{f_{\text{п}}}{f_{\text{д}}} = \frac{1}{3}$$

2. Расчет коэффициентов фильтра. Построение нормированной АЧХ и ФЧХ. Импульсная характеристика.

Коэффициенты БИХ фильтра (a): [0.00512555, 0.02562775, 0.0512555 , 0.0512555, 0.02562775, 0.00512555]

Коэффициенты БИХ фильтра (b): [1, -2.51922522, 3.36960552, -2.62267466, 1.1825027, -0.24619074]

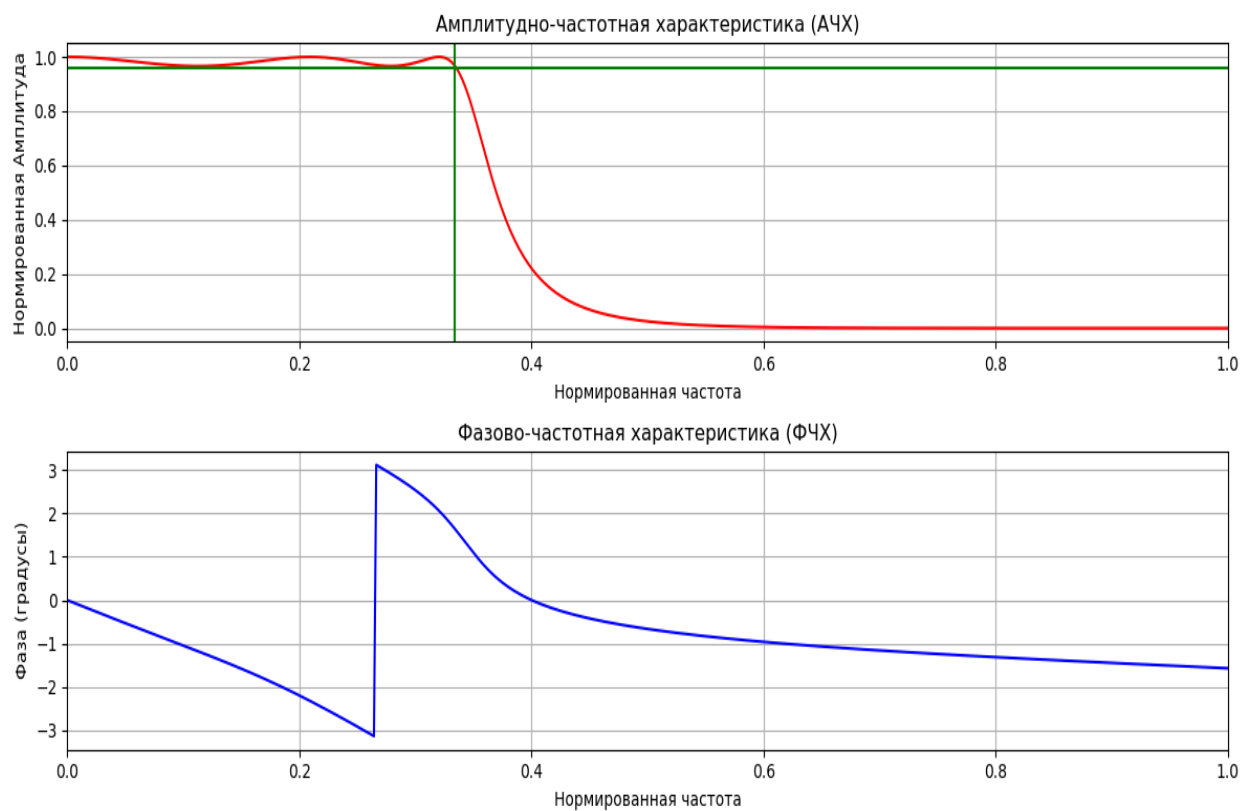


Рисунок 1 – Нормированная АЧХ, ФЧХ

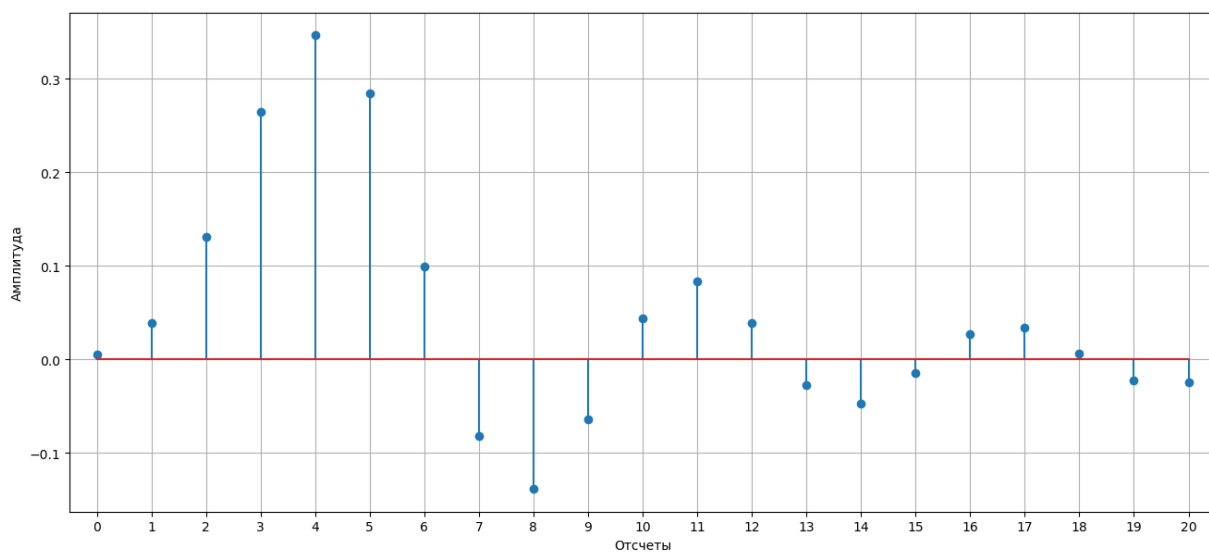


Рисунок 2 – Импульсная характеристика БИХ фильтра

3. Моделирование рассчитанного фильтра в Миско – сар. Построение АЧХ и ФЧХ.

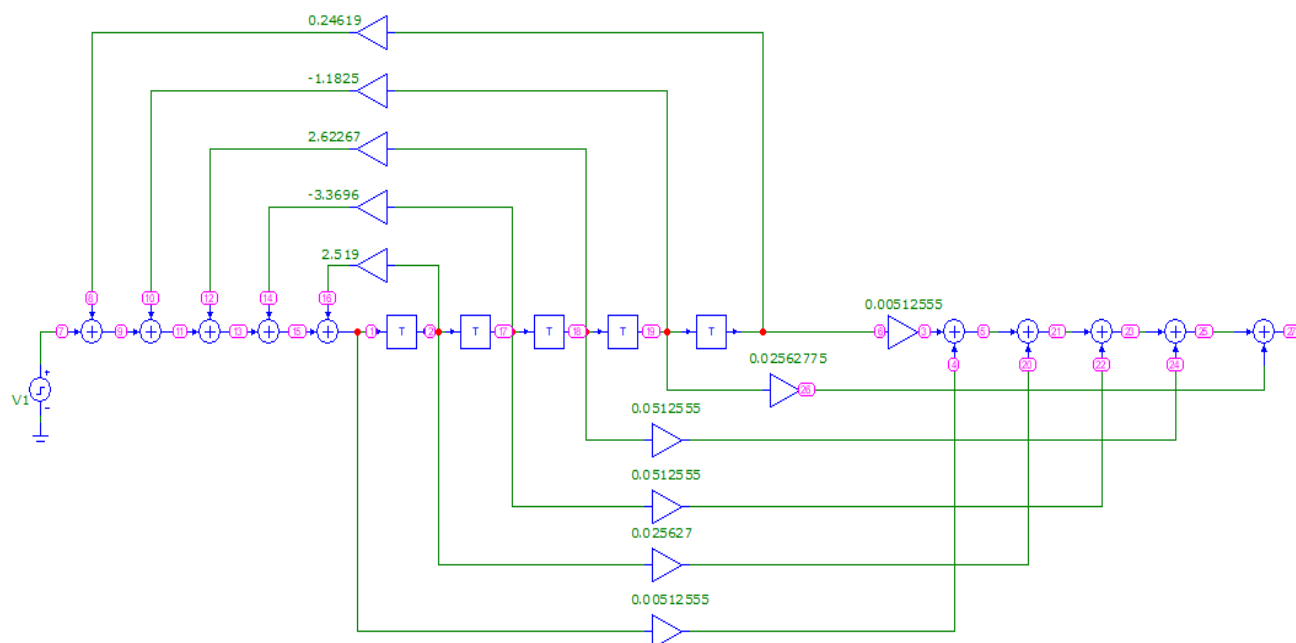


Рисунок 3 – Схема фильтра

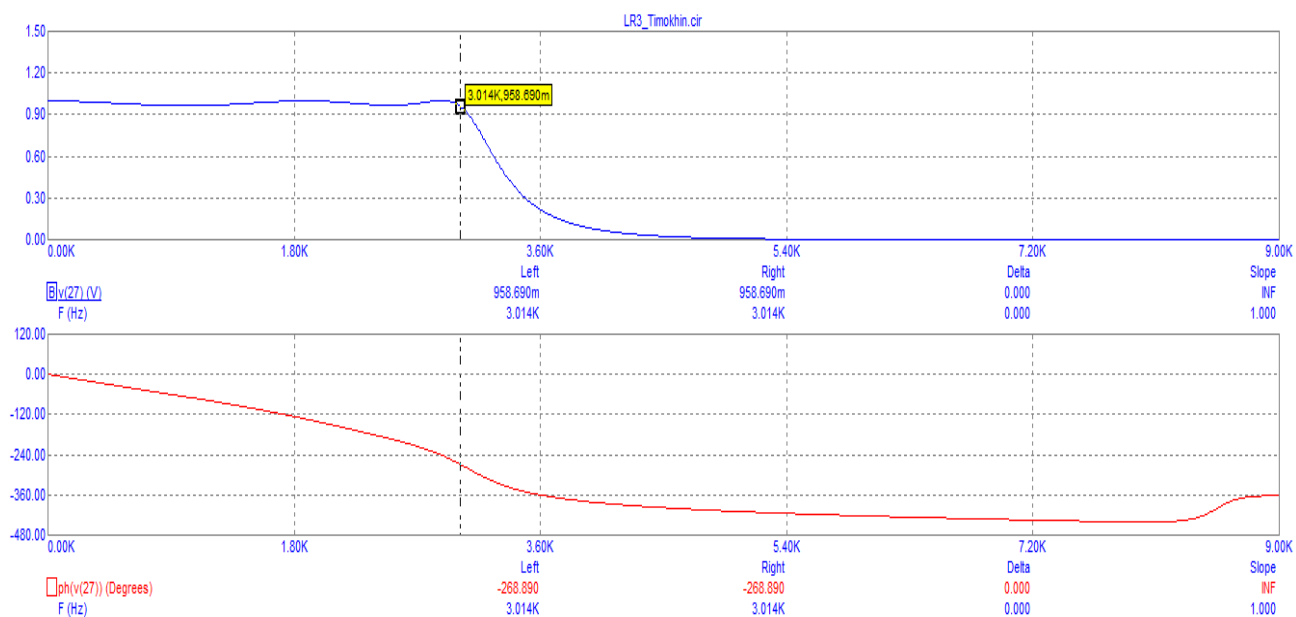


Рисунок 4 – АЧХ, ФЧХ фильтра

$$W_{\Pi} = \frac{1}{3} f_{\text{найквиста}}, \text{ где } f_{\text{найквиста}} = \frac{f_{\text{д}}}{2} = 9 \text{ кГц} - \text{ по условию}$$

Из рисунка 4 видно, что $W_{\Pi} \approx 3 \text{ кГц}$, что соответствует $\frac{1}{3} f_{\text{найквиста}}$

4. Вывод

В ходе данной работы я синтезировал БИХ-фильтр 5-го порядка на НЧ-прототипе Чебышева 0.3 Дб. АЧХ ФЧХ, полученные в домашней подготовке и в лабораторной работе, сходятся (рисунок 1 и рисунок 4), следовательно, расчёт коэффициентов и собранная схема – верные.