

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Университет ИТМО

Факультет систем управления и робототехники

ОТЧЁТ
по дисциплине
”Частотные методы”

по теме:
ЖЁСТКАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ

Студент:
Группа R3236

Поляков А.А.

Предподаватель:
к.т.н., доцент

Перегудин А.А.

Санкт-Петербург
2024

СОДЕРЖАНИЕ

1	ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ И БИБЛИОТЕКИ	3
2	ЗАДАНИЕ 1. ЖЁСТКИЕ ФИЛЬТРЫ	4
2.1	Убираем высокие частоты	4
2.1.1	Фурье-образ сигнала и	5
2.1.2	Применяем фильтр	6
2.1.3	Возвращаемся к очищенному сигналу	7
2.1.4	Выводы.....	7
2.2	Убираем специфические частоты.....	12
2.2.1	Фурье-образ сигнала и	12
2.2.2	Применяем фильтр	12
2.2.3	Возвращаемся к очищенному сигналу	12
2.2.4	Выводы.....	12
2.3	Убираем низкие частоты?.....	12
3	ЗАДАНИЕ 2. ФИЛЬТРАЦИЯ ЗВУКА	13
4	ЗАДАНИЕ 3. МУЗЫКАЛЬНОЕ.....	14
4.1	Построить график ноты.....	14

1 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ И БИБЛИОТЕКИ

Онлайн версию кода здесь нет, потому что делал основные вычисления в live-script матлабовских, в [репозитории](#) можно найти исходники. Так как в большинстве своём выполнение лабораторной работы сводилось к применению встроенных функций и построению красивых графиков, то не вижу смысла приводить отдельные фрагменты кода, потому что проще увидеть всю картину целиком - заглянуть в исходники, над их оформлением я тоже немного постарался.

2 ЗАДАНИЕ 1. ЖЁСТКИЕ ФИЛЬТРЫ

Для начала задаём константы a, b, c, d, t_1, t_2 , что $t_1 < t_2$, После составляем функцию:

$$g(t) = \begin{cases} a, t \in [t_1; t_2] \\ 0, t \in [else] \end{cases}$$

Также задаём большой интервал времени T и маленький шаг дискретизации dt . На основе всего зашумлённая версия сигнала будет выглядеть так:

$$u = g + b*(\text{rand}(\text{size}(t))-0.5) + c*\sin(d*t);$$

2.1 Убираем высокие частоты

Берём $d = c = 0$. Тогда в этом пункте мы будем работать со следующей версией шумного сигнала:

$$u = g + b*(\text{rand}(\text{size}(t))-0.5)$$

...из чего сразу следует, что у нас добавляется только "случайный" шум.

2.1.1 Фурье-образ сигнала u

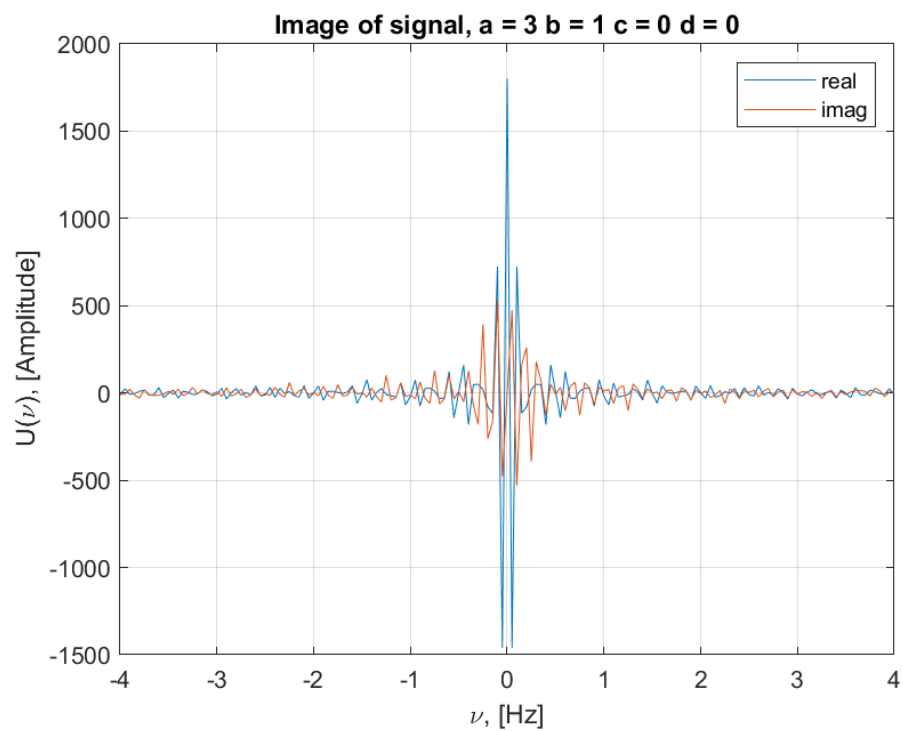


Рисунок 1 — Фурье-образ зашумлённого сигнала

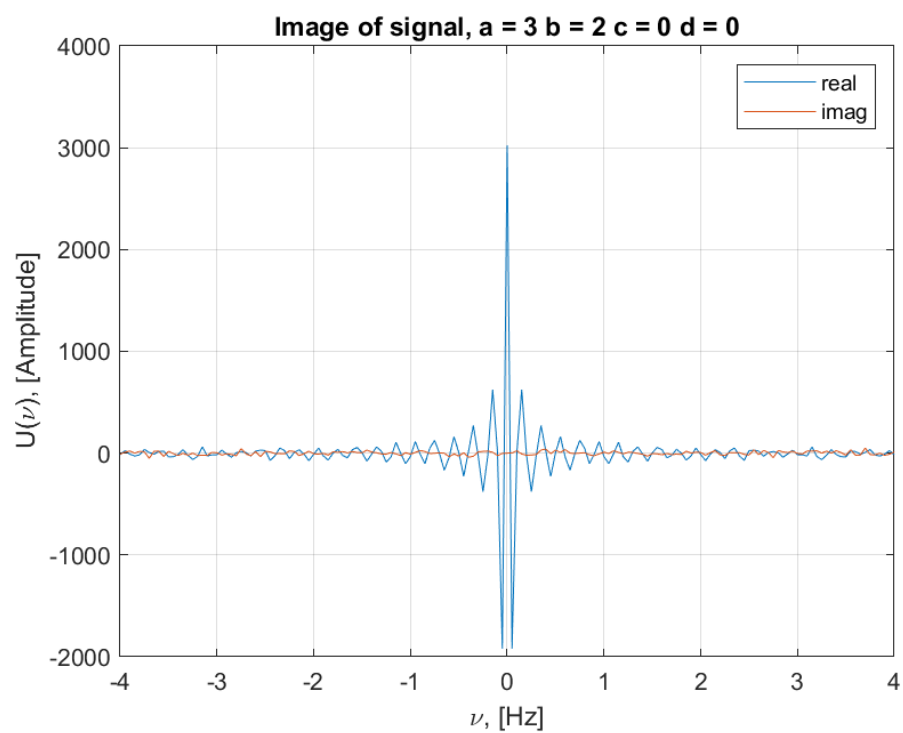


Рисунок 2 — Фурье-образ зашумлённого сигнала

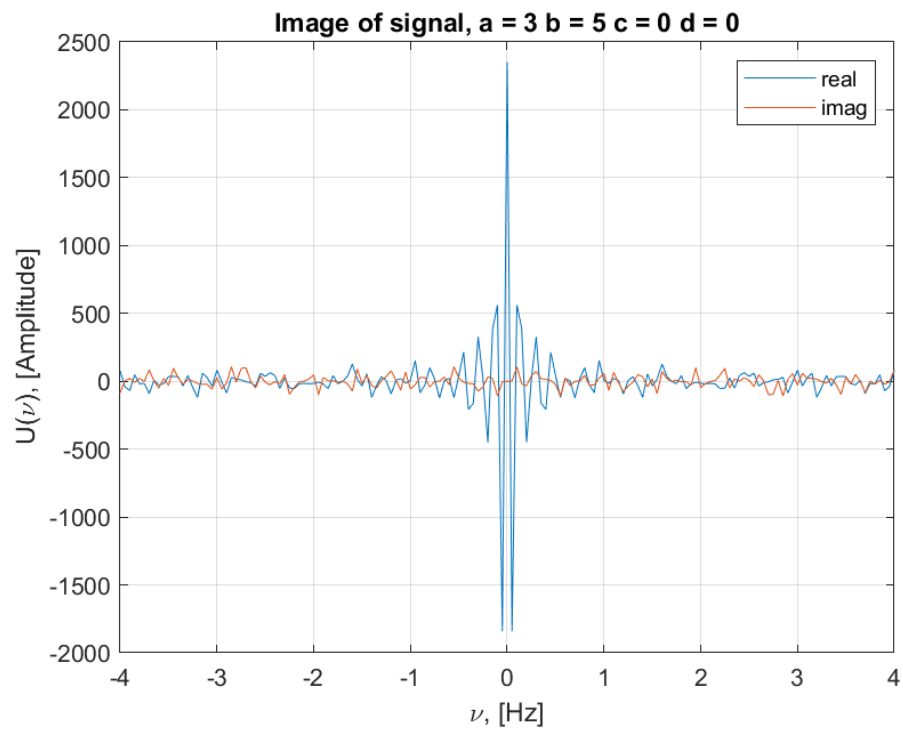


Рисунок 3 — Фурье-образ зашумлённого сигнала

2.1.2 Применяем фильтр

В нашем случае ступенька фильтра будет около середины, потому что мы сохраняем нижние частоты, а они сосредоточены около начала графика. Будем применять разные диапазоны фильтра:

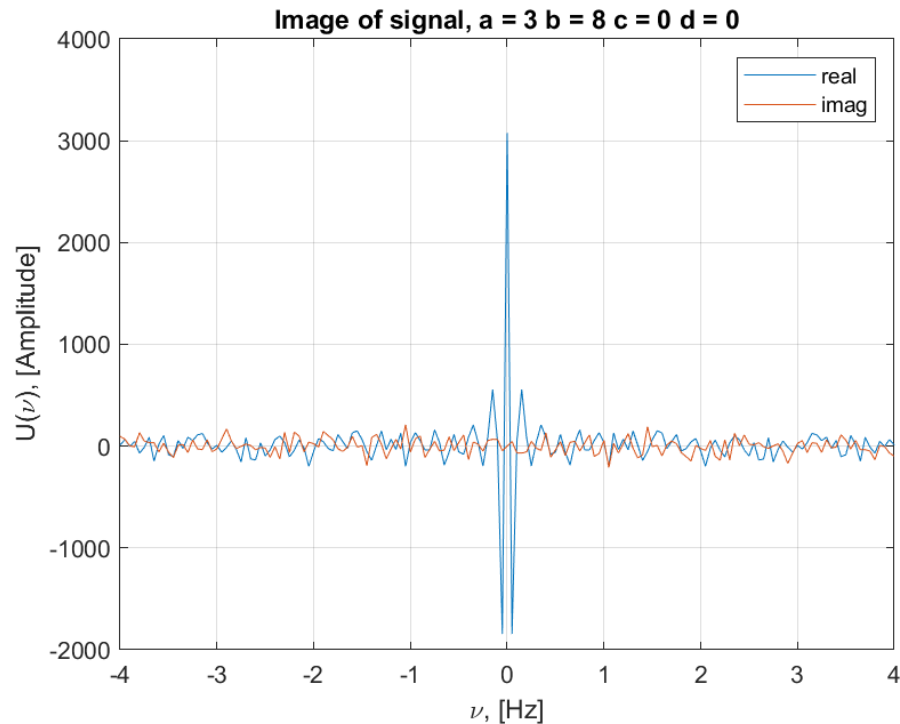


Рисунок 4 — Фурье-образ зашумлённого сигнала

2.1.3 Возвращаемся к очищенному сигналу

2.1.4 Выводы

Оставьте его неизменным для некоторого диапазона частот $[-\nu_0, \nu_0]$, но обнулите его значения на всех остальных частотах, после чего выполните обратное преобразование Фурье. Постройте сравнительные графики исходного и фильтрованного сигналов (для большей наглядности имеет смысл вывести на график лишь некоторую окрестность интервала $[t_1, t_2]$). Постройте сравнительные графики модуля Фурье-образа исходного и фильтрованного сигналов. Исследуйте влияние частоты среза ν_0 и значения параметра b на эффективность фильтрации.

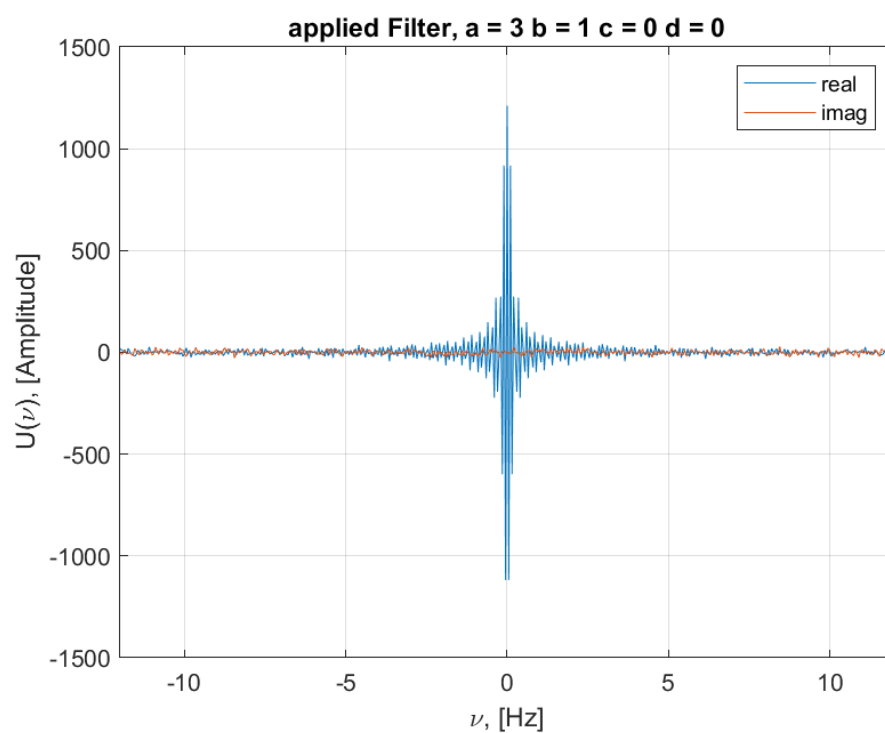


Рисунок 5 — Применили фильтр нижних частот

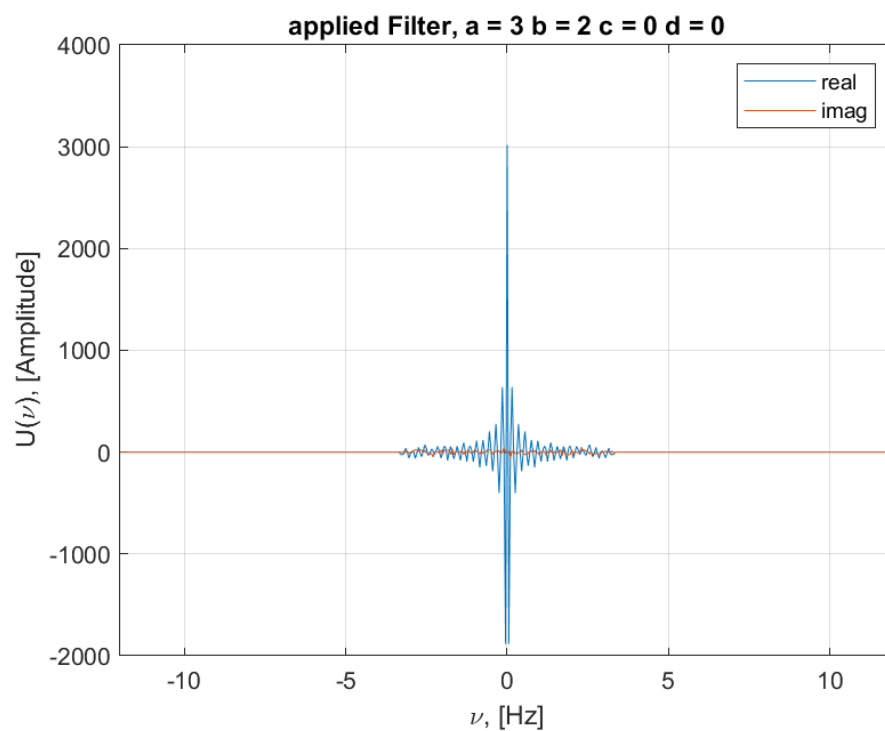


Рисунок 6 — Применили фильтр нижних частот

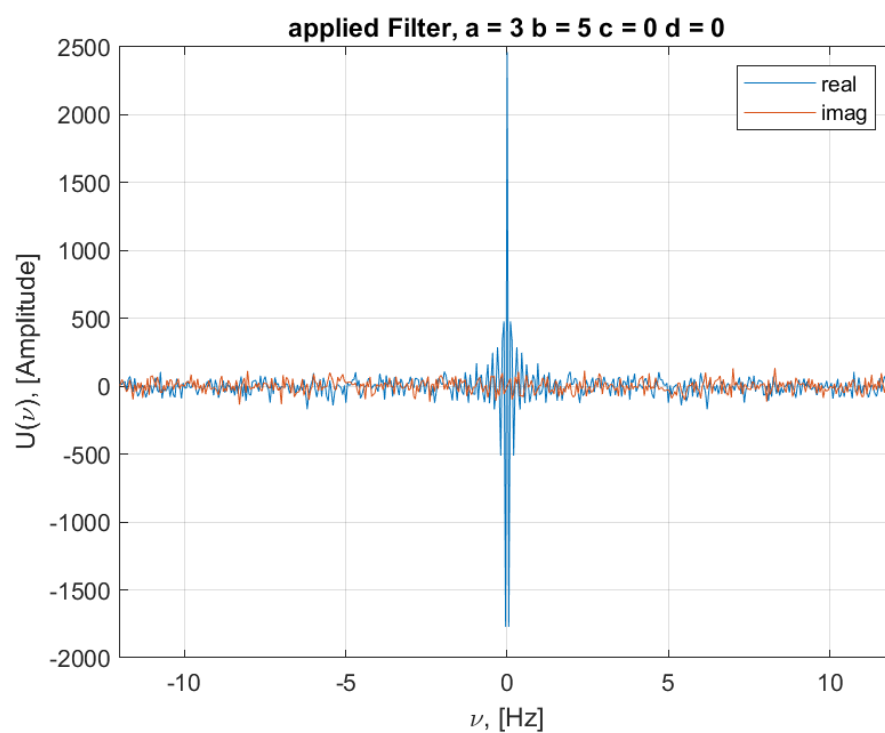


Рисунок 7 — Применили фильтр нижних частот

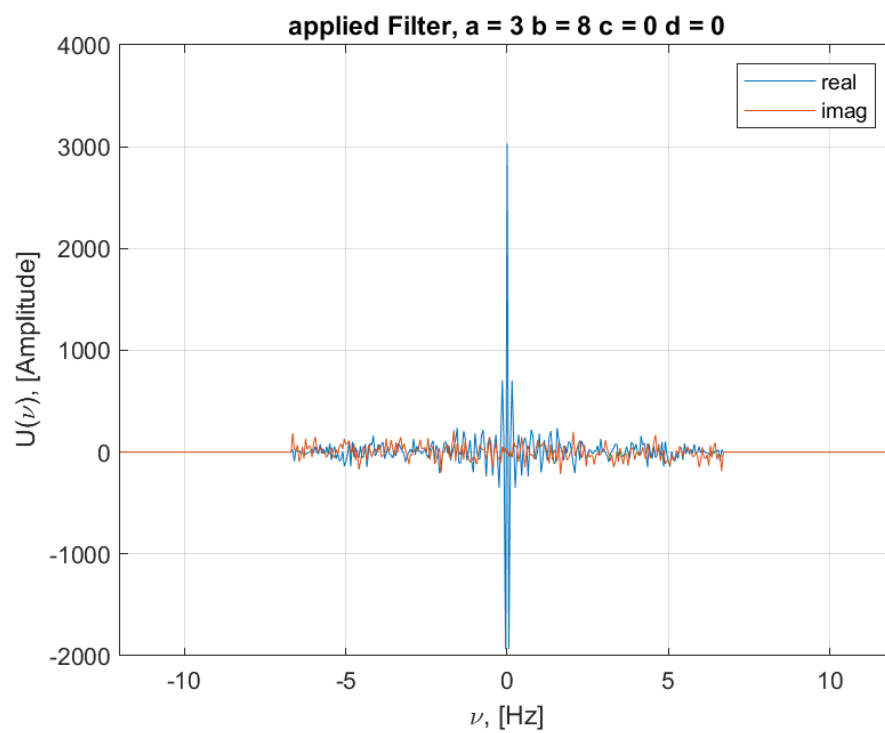


Рисунок 8 — Применили фильтр нижних частот

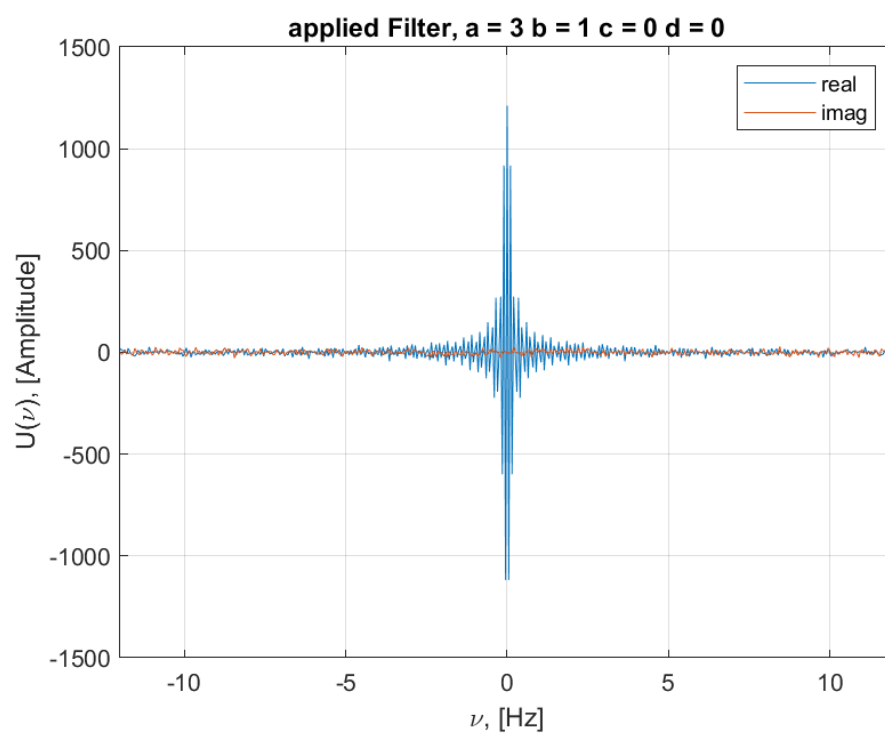


Рисунок 9 — Применили обратное преобразование Фурье

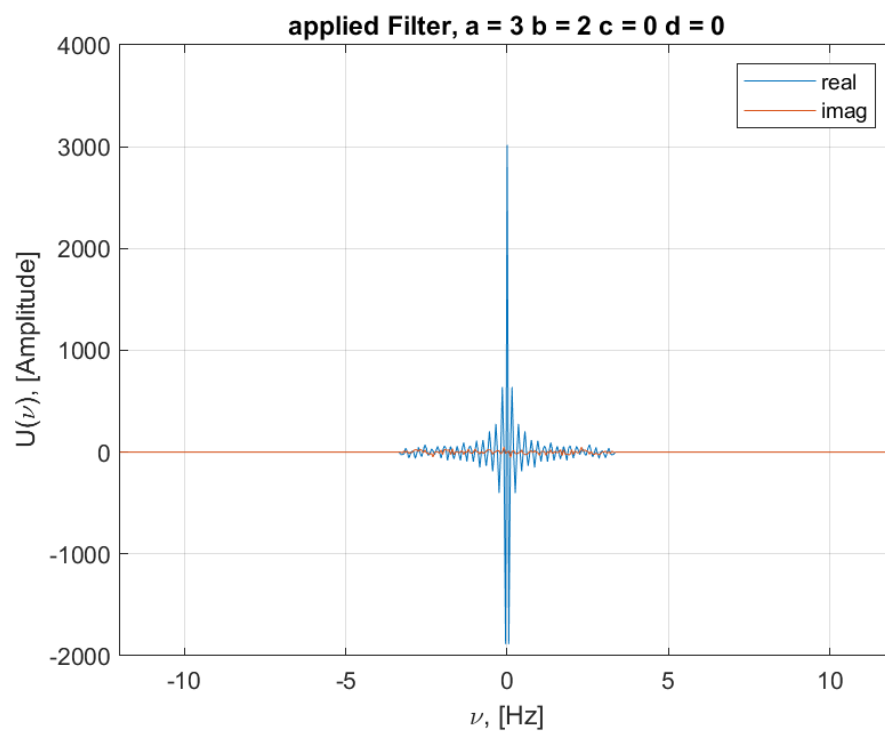


Рисунок 10 — Применили обратное преобразование Фурье

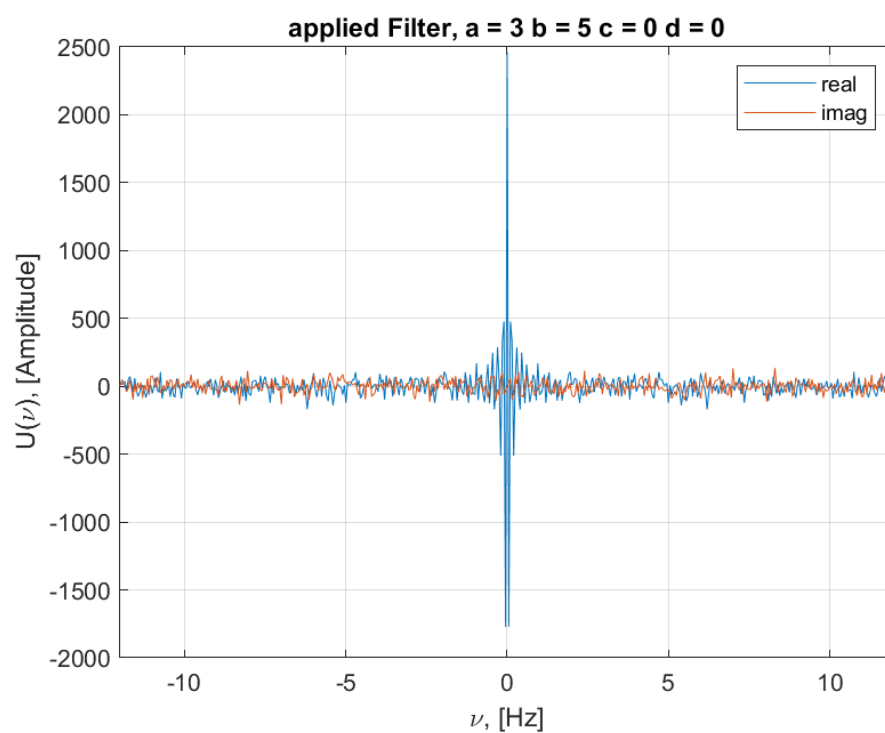


Рисунок 11 — Применили обратное преобразование Фурье

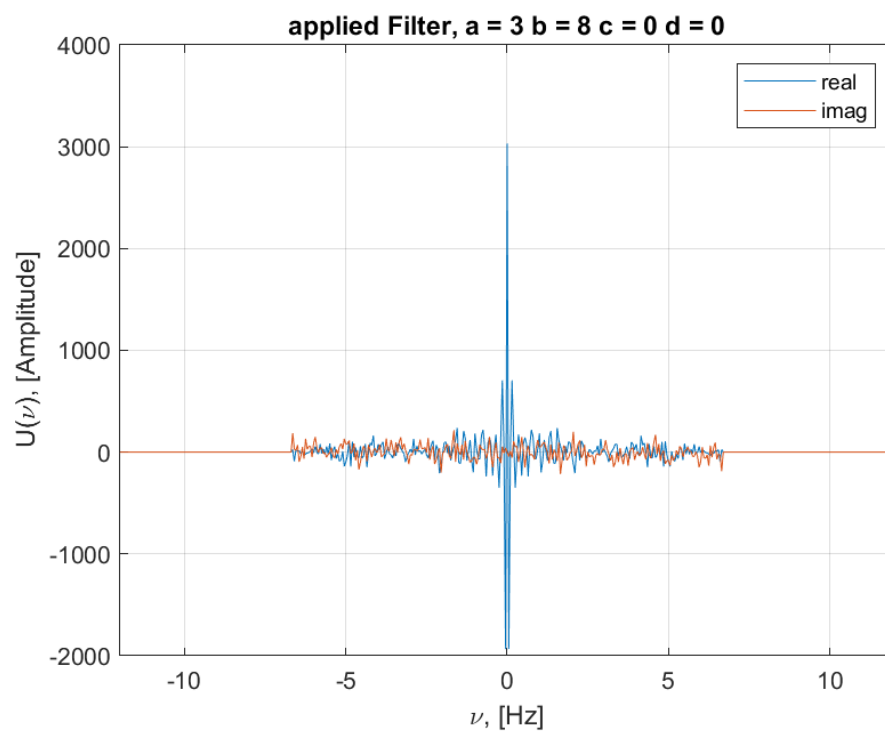


Рисунок 12 — Применили обратное преобразование Фурье

2.2 Убираем специфические частоты

Выберем все параметры b, c, d ненулевыми. Теперь мы уже имеем дело с двумя компонентами шума - случайным и гармоническим. Соответственно, чтобы убрать обе компоненты, надо применить два фильтра, один из них мы уже нашли в пункте до.

2.2.1 Фурье-образ сигнала и

2.2.2 Применяем фильтр

Постараемся обнулить Фурье-образ на некоторых диапазонах частот, чтобы максимально убрать влияние обеих компонент помехи...

2.2.3 Возвращаемся к очищенному сигналу

Постройте сравнительные графики исходного и фильтрованного сигналов, а также графики модулей их Фурье образов. Исследуйте влияние частот среза, а также значений параметров b, c, d на вид помехи и эффективность фильтрации (отдельно рассмотрите случай $b=0$).

2.2.4 Выводы

2.3 Убираем низкие частоты?

Рассмотрите фильтр, который обнуляет Фурье-образ на всех частотах в некоторой окрестности точки $\nu = 0$. Пропустите сигнал через такой фильтр и оцените результат. Сделайте выводы.

3 ЗАДАНИЕ 2. ФИЛЬТРАЦИЯ ЗВУКА

4 ЗАДАНИЕ 3. МУЗЫКАЛЬНОЕ

4.1 Построить график ноты