

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
«МАИ»**

БАЕВ АНДРЕЙ БОРИСОВИЧ
baev@mai-trt.ru

КУРСОВАЯ РАБОТА

по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы» на тему

«Цифровая обработка сигналов»

Москва, 2016 г.

Часть I. Выбор частоты дискретизации

1. Выберите значения параметров заданного импульсного сигнала (амплитуда, длительность и др.)
2. Запишите аналитическое выражение и постройте график импульсного сигнала.
3. Определите аналитическое выражение для спектра импульсного сигнала, постройте графики амплитудного и фазового спектра.
4. Определите полную энергию импульсного сигнала. Постройте график зависимости доли энергии, заключённой в полосе частот, от ширины этой полосы. Определите по этому графику полосу частот, соответствующую 95% энергии сигнала $F_{95\%}$.
5. Пользуясь т. Котельникова, выберите значение частоты дискретизации F_δ близкое (но не меньшее) по величине удвоенному значению $F_{95\%}$. При этом период дискретизации $T_\delta = 1/F_\delta$ должен быть таким, чтобы на импульсный сигнал конечной длительности укладывалось целое число периодов дискретизации.

Часть II. Дискретизация аналогового сигнала

1. Определите аналитическое выражение и постройте график цифрового сигнала, полученного в результате дискретизации аналогового импульсного сигнала с выбранной частотой дискретизации F_δ .
2. Определите связь между спектрами аналогового и дискретного сигналов. Постройте графики амплитудного и фазового спектров дискретного сигнала, вычисленного по спектру аналогового сигнала.
3. Определите спектр дискретного сигнала с помощью ДВПФ от цифрового сигнала, постройте графики амплитудного и фазового спектров.
4. Проанализируйте полученные сигналы и спектры, сравните их и сделайте выводы.

Часть III. Восстановление импульсных аналоговых сигналов по дискретным сигналам

1. Задайте аналитические выражения и постройте графики для частотной и импульсной характеристик идеального восстанавливающего фильтра (ВФ), соответствующего частоте дискретизации F_δ .
2. Определите и постройте сигнал на выходе восстанавливающего фильтра, полученный во временной области: свёрткой дискретного сигнала с ИХ ВФ. Вычислите среднеквадратическую ошибку восстановленного сигнала по отношению к заданному аналоговому сигналу.
3. Определите и постройте спектр на выходе восстанавливающего фильтра, полученный в частотной области как произведение спектра дискретного сигнала и ЧХ ВФ.
4. Восстановите с помощью обратного преобразования Фурье сигнал на выходе ВФ по спектру, полученному в п. 3.
5. Задайте ФНЧ первого порядка. Для этого определите аналитические выражения для ИХ и ЧХ ФНЧ для граничной частоты $F_{gp} \approx F_\delta/2$. Постройте графики ИХ, АЧХ, ФЧХ.
6. Определите с помощью свёртки и постройте сигнал на выходе восстанавливающего фильтра. Определите соответствующий ему спектр. Вычислите среднеквадратическую ошибку восстановленного сигнала по отношению к исходному аналоговому сигналу.
7. Проанализируйте полученные сигналы и спектры, сравните их между собой и с исходным аналоговым сигналом, сделайте выводы.

Часть IV. Синтез цифровых фильтров

Для заданных аналоговых фильтров-прототипов синтезируйте цифровые фильтры с использованием трех методов пересчёта.

Метод инвариантной импульсной характеристики.

1. По заданной системной функции аналогового фильтра определите и постройте частотную характеристику и импульсную характеристику аналогового фильтра.
2. Проведите синтез цифрового фильтра методом инвариантной импульсной характеристики (ИИХ). Для этого для частоты дискретизации F_Δ определите импульсную характеристику цифрового фильтра, отсчеты которой совпадают со значениями импульсной характеристики аналогового фильтра в дискретные моменты времени T_Δ .
3. По импульсной характеристике цифрового фильтра:
 - найдите системную функцию (в виде выражения);
 - постройте диаграмму нулей и полюсов на z -плоскости;
 - найдите и постройте частотную характеристику;
 - составьте структурную схему фильтра в канонической форме;
 - получите разностное уравнение.

Метод билинейного преобразования.

1. Пересчитайте системную функцию аналогового фильтра в системную функцию цифрового фильтра по методу билинейного преобразования (метод трапеций), сделав замену:

$$p = \frac{2}{T_\Delta} \frac{z-1}{z+1}.$$

2. Для цифрового фильтра по найденной системной функции определите и постройте все характеристики, указанные в п. 3 метода ИИХ.
3. Сопоставьте временные и частотные характеристики аналогового и каждого из цифровых фильтров. Сравните соответствующие характеристики двух цифровых фильтров между собой. Сделайте выводы.

Метод инвариантной частотной характеристики.

1. По заданной желаемой частотной характеристике аналогового фильтра методом инвариантной частотной характеристики определите аналитическое выражение и постройте график частотной характеристики цифрового фильтра.
2. По полученной ЧХ цифрового фильтра с помощью свойств преобразования Фурье определите и постройте график ИХ цифрового фильтра.

Сопоставьте временные и частотные характеристики аналогового и каждого из цифровых фильтров. Сравните соответствующие характеристики цифровых фильтров между собой. Сделайте выводы.

Часть V. Фильтрация импульсного дискретного сигнала

1. Определите и постройте импульсные цифровые сигналы и их спектры на выходе синтезированных цифровых фильтров (ч. IV) во временной области (с помощью линейной дискретной свертки) и в частотной области.
2. Восстановите и постройте импульсные аналоговые сигналы и их спектры на выходе синтезированных цифровых фильтров с помощью идеального ФНЧ.
3. Сравните результат восстановления с аналоговым сигналом на выходе аналогового фильтра. Сделайте выводы.