

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ

Лабораторная работа № 4К

Спектральное представление сигналов дискретного времени

Латышев В.В.

2002 г.

Цель работы: экспериментальное определение амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и фазо-частотной характеристики (ФЧХ) простейших цепей первого порядка.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Программное обеспечение лабораторной работы рассчитано на дискретизацию сигнала, представляющего собой сумму постоянной составляющей (среднего значения) и одной или двух синусоид с произвольными частотами и фиксированными амплитудами:

$$x(t) = u + U_1 \cos \omega_1 t + U_2 \cos \omega_2 t,$$

где $\omega_1 = 2\pi f_1$, $\omega_2 = 2\pi f_2$. По умолчанию амплитуды выбраны различными ($U_1 = 1B$, $U_2 = 0,5B$), чтобы соответствующие спектральные линии можно было отличить по высоте и сопоставить с заданными частотами. Уровень постоянной составляющей, частоты синусоид, а также частоту дискретизации f_T могут меняться от опыта к опыту.

После очередного изменения указанных параметров и запуска программы на экране можно наблюдать 4 графика. На левом верхнем изображается фрагмент исходного сигнала в виде непрерывной функции времени. Кроме того, на нем же показаны синими точками отсчеты дискретного сигнала. Совмещение двух рисунков позволяет наглядно увидеть соотношения между этими двумя вариантами представления $x(t)$. На правом верхнем рисунке изображается спектр исходного сигнала $x(t)$, а на правом нижнем – результат дискретного преобразования Фурье. Наконец, на левом нижнем рисунке отображается результат восстановления сигнала из его дискретного спектра. На изображениях сигналов интервал наблюдения фиксирован и составляет 0,5 секунд. На спектральных картинах изображается участок спектра от начала координат до утроенной частоты дискретизации f_T . Хотя для представления о спектральном составе сигнала достаточно интервала от 0 до $0,5f_T$, утроенный диапазон позволяет более наглядно увидеть периодический характер спектра дискретного сигнала и проследить трансформацию спектральной картины при нарушениях условий теорем отсчетов.

Изображение спектра аналогового сигнала соответствует «физической» форме ряда Фурье:

$$x(t) = U_0 + \sum_k U_k \cos(k\omega_1 t + \varphi_k),$$

в соответствии с которой спектр должен содержать спектральную линию на нулевой частоте $U_0 = u$ и две линии на частотах f_1, f_2 с амплитудами U_1, U_2 , соответственно.

Для расчета спектра дискретного сигнала используется дискретное преобразование Фурье. Если фрагмент дискретного сигнала содержит N отсчетных значений $x(1), x(2), \dots, x(N)$, то спектральные отсчеты вычисляются по формуле:

$$X(k) = \sum_{n=1}^N x(n) e^{-j2\pi(k-1)(n-1)/N}, \quad 1 \leq k \leq N.$$

Число отсчетов N , представляющих фрагмент наблюдаемого сигнала, в лабораторной работе фиксировано ($N = 64$). При выбранной по умолчанию частоте дискретизации $N_T = 100 \text{ Гц}$ это соответствует интервалу наблюдения 640 мс. При этом спектральные отсчеты вычисляются и изображаются на частотной оси с шагом $\Delta f = N_T / 64$.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Запустите программу **Matlab 6**. В командном окне программы наберите **lab4** и нажмите *Enter*. После вывода диалогового окна прежде всего следует задать параметры эксперимента. Для этого мышью следует вызвать окно «параметры». В раскрывшемся окне на красных полях установить нужное число синусоид (одну или две) и их частоты, а также значение постоянной составляющей. После нажатия ОК происходит возврат на основное окно, где становится доступным команда «расчет спектра». После ее нажатия в окнах появляются соответствующие изображения сигналов и их спектров. Для смены параметров снова выйти последовательно в режимы задания параметров и расчета спектров.

Выполнение лабораторной работы заключается в задании различных вариантов параметров косинусоид и наблюдении исходного аналогового сигнала, его дискретного варианта, а также спектров аналогового и дискретного сигналов.

Пример заданий для одного студента:

- I. Сигнал, состоящий из единственной синусоиды с частотами 5, 25, 95, 105, 175 и 225 Гц.
- II. Сигнал, представляющий собой сумму синусоиды с постоянной составляющей. Частоты синусоиды можно выбирать такими же, как и в предыдущем пункте. Рекомендуемой значение постоянной составляющей для первого опыта 1В. В остальных опытах можно это значение произвольно менять.
- III. Сигнал в виде суммы двух синусоид с частотами а) 5 и 20 Гц, б) 5 и 40 Гц, в) 5 и 90 Гц, г) 5 и 110 Гц.

Каждому студенту можно давать индивидуальное задание по аналогии с указанным примером. В отчет он должен перенести изображения всех спектров и сигналов и дать объяснение получившимся результатам.