

### Лабораторная работа №3

1. Пусть входящие сигналы дискретизированы с частотой 8 кГц. С помощью МНК рассчитать КИХ-фильтр с линейной ФЧХ, пропускающий только частоты в диапазонах 50–150 Гц; 350–750 Гц; 900–1500 Гц. Сравнить результаты разработанной процедуры и встроенной функции.
2. Выполнить задания 5-6 из лабораторной работы №2 с использованием линейных фильтров.
3. Пусть известно, что микрофон искажает записываемый сигнал в соответствии со следующей частотной характеристикой:

$$H_a(F) = \begin{cases} 1 - |F|/F_c, & |F| < F_c \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases}$$

где  $F_c = 30$  кГц. Для того, чтобы компенсировать искажения предлагается следующая процедура (см. рис. 1): аналоговый сигнал  $v_a(t)$  на выходе микрофона дискретизируется с частотой 44 кГц (при этом предполагается, что сигнал пропущен через идеальный антиалиасный фильтр, не пропускающий частоты выше частоты Найквиста); полученный цифровой сигнал  $x[n]$  пропускается через цифровой фильтр с частотной характеристикой  $H(\omega)$ . Требуется определить вид  $H(\omega)$ , которая компенсирует искажения микрофона и рассчитать коэффициенты соответствующего КИХ-фильтра.

4. Передаваемые речевые сообщения, занимающие полосу частот 300–3000 Гц, кодируются по следующей схеме: присутствующая в исходном сообщении частота  $\omega_1$  преобразуется в частоту  $\omega_a - \omega_1$ , где частота  $\omega_a > 3000$  Гц известна отправителю и получателю (см. рис. 2). Рассчитать физически реализуемые фильтры, выполняющие операции кодирования/декодирования. Проверить работу реализованной процедуры на тестовом файле 'test.wav'.

#### Указания:

- Если в исходном сигнале присутствует компонента  $A \sin(\omega t)$ , то она преобразуется в  $A \sin((\omega_a - \omega)t)$ , причем

$$A \sin((\omega_a - \omega)t) = -A \sin(\omega_a t) \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) - A \cos(\omega_a t) \sin(\omega t)$$

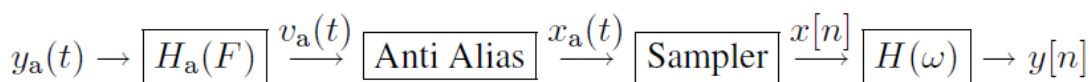


Рис. 1: Схема компенсации искажений микрофона.

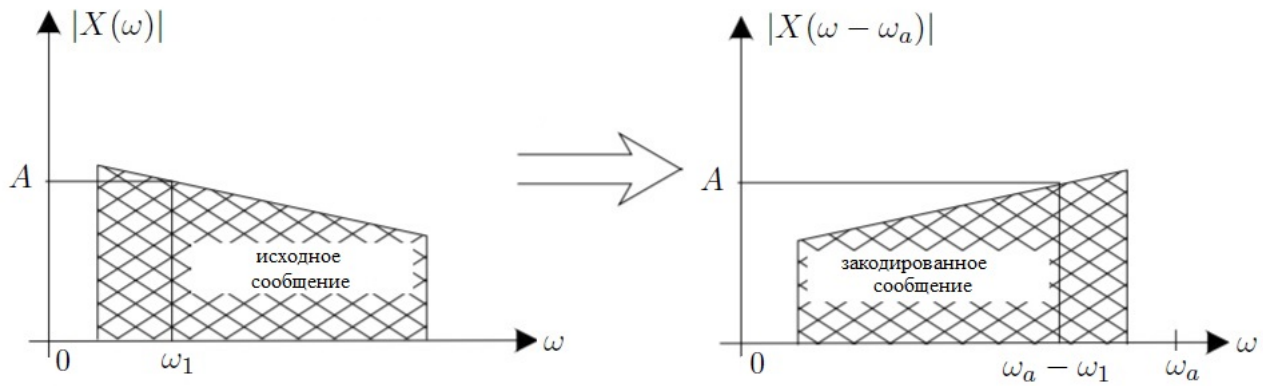


Рис. 2: Схема кодирования сообщения.

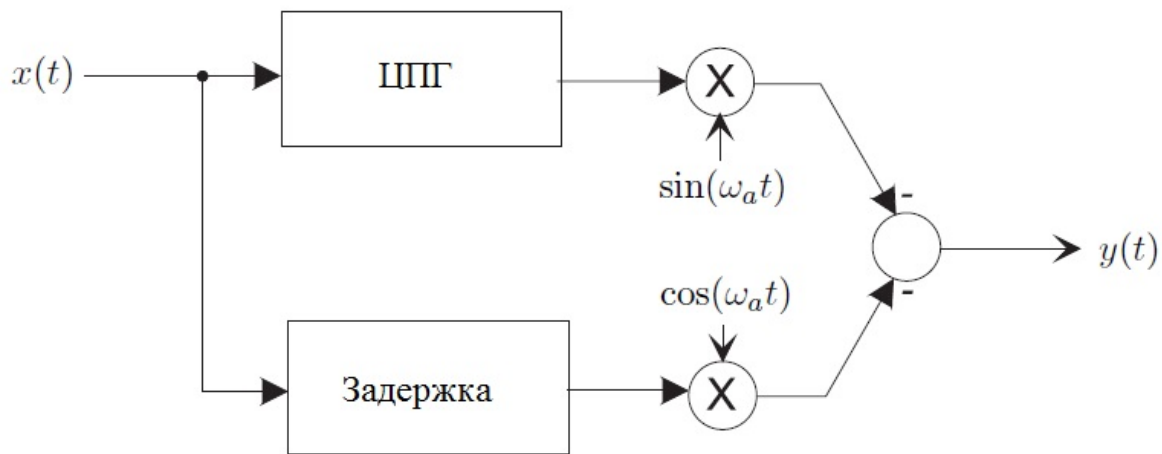


Рис. 3: Схема фильтрации.

- Следует использовать цифровой преобразователь Гильберта (Hilbert Transformer) (ЦПГ), идеальная КЧХ которого

$$H_d(\omega) = \begin{cases} -i, & \omega > 0 \\ i, & \omega < 0 \end{cases}$$

- Общая схема фильтрации представлена на рис. 3.
- Для реализации ЦПГ рекомендуется использовать алгоритм Паркса—Макклеллана (equiripple method)
- Перед кодированием/декодированием рекомендуется произвести предфильтрацию с использованием соответствующих полосовых фильтров.

5. Плетизмография позволяет отслеживать важные показатели организма, например частоту сердечных сокращений, объёмную скорость кровотока и т. п. Плетизмографы регистрируют и записывают соответствующие сигналы. При использовании переносимых (мобильных) устройств на корректность регистрируемых сигналов существенное влияние оказывают передвижения объекта. Для компенсации такого влияния подобные устройства дополнительно оснащаются MEMS акселерометрами.



- В файле «CorruptedSignal.txt» записаны показания фотоплетизмографа, а в файле «Acceleration.txt» – показания акселерометра (для простоты предположим, что акселерометр – одноосевой). Используя алгоритм адаптивного шумоподавления, скорректировать показания фотоплетизмографа. Для проверки результатов фильтрации в файле «Signal.txt» записан неискаженный сигнал фотоплетизмографа.
6. Реализовать алгоритм спектрального вычитания (spectral subtraction) для шумоподавления речевых сигналов.