

Лабораторная работа №3

1. Пусть входящие сигналы дискретизированы с частотой 8 кГц. С помощью МНК рассчитать КИХ-фильтр с линейной ФЧХ, АЧХ которого задана следующим образом:

$$H(f) = \begin{cases} 2, & 100 \leq f \leq 300, \\ -f/200 + 7/2, & 300 \leq f \leq 700, \\ f/500 - 7/5, & 700 \leq f \leq 1200, \\ 1, & 1200 \leq f \leq 1500, \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}.$$

Сравнить результаты разработанной процедуры и встроенной функции.

2. Выполнить задания 3-4 из лабораторной работы №2 с использованием линейных КИХ-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 ω_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,

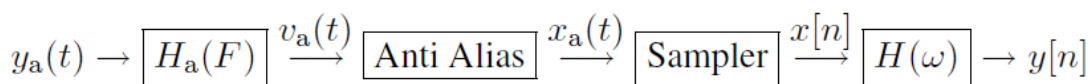


Рис. 1: Схема компенсации искажений микрофона.

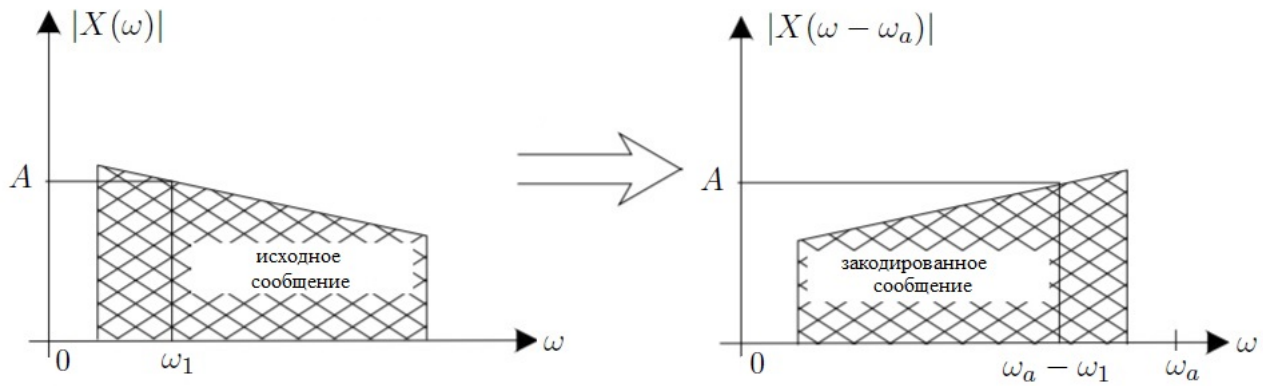


Рис. 2: Схема кодирования сообщения.

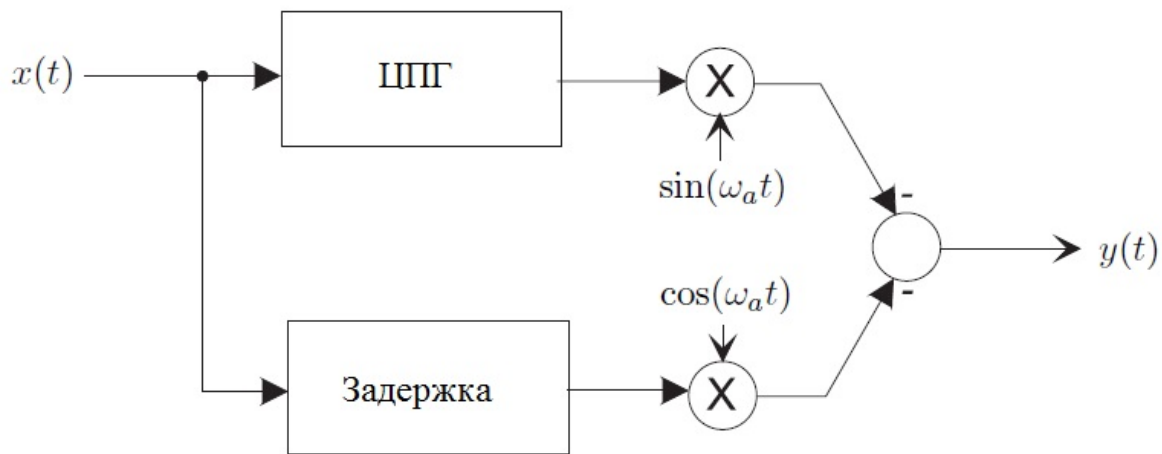


Рис. 3: Схема фильтрации.

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

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

- 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 (КИХ фильтр на основе равномерной чебышевской аппроксимации)
 - Перед кодированием/декодированием рекомендуется произвести предфильтрацию с использованием соответствующих полосовых фильтров.
5. При оценке состояния ребенка в период беременности полезна информация, полученная из электрокардиограммы (ЭКГ) плода. ЭКГ, полученная с электродов, размещенных на животе матери, искажена более сильными фоновыми шумами, в том числе собственной ЭКГ матери. Для получения неискаженной ЭКГ плода применяются адаптивные алгоритмы шумоподавления, использующие регистрацию сигнала материнской ЭКГ от электродов, расположенных на груди матери. В файле «ecg fetal + mother.txt» записан сигнал от электродов на животе матери, представляющий собой аддитивную смесь ослабленного по амплитуде в 2 раза сигнала ЭКГ плода и фонового шума материнской ЭКГ, а в файле «ecg mother.txt» – материнская ЭКГ, зарегистрированная от электродов на груди матери. Используя алгоритм адаптивного шумоподавления, выделить из аддитивной смеси сигнал ЭКГ плода. Результаты сравнить с исходным сигналом, записанным в файле «ecg fetal.txt».