

## ФОРМИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ РЕАКЦИИ КАНАЛА (ИРК)

1. Исходными данными для формирования ИРК являются:

– временной сигнал на выходе приемного тракта  $U(n)$ , представляющий собой аддитивную смесь информационного сигнала  $S(n)$  и внешнего шума среды  $N(n)$ .

$$U(n) = S(n) + N(n),$$

где  $n$  – номер временного отсчета. Данный сигнал сгенерирован в ходе предыдущего задания с частотой дискретизации  $F_d = 44100$  Гц.

– массив значений опорного сигнала  $S_0(n)$ .  $S_0(n)$  представляет собой точную копию информационного сигнала  $S(n)$ . Длительность  $S_0(n)$  равна  $T_s = N \cdot \tau$  сек., где  $N$  – число элементарных импульсов (элементов м-последовательности),  $\tau$  – длительность элементарного импульса (сек.). Число отсчетов опорного сигнала определяется его длительностью и частотой дискретизации:  $N_s = T_s \cdot F_d$ .

2. Процедура построения ИРК (или согласованной фильтрации) основана на вычислении взаимно-корреляционной функции (ВКФ) входного сигнала  $U(n)$  и опорного сигнала  $S_0(n)$ . ВКФ вычисляется с использованием процедуры Быстрого Преобразования Фурье (БПФ) и производится в следующем порядке:

### 2.1. Определение размерности массива БПФ

Размерность массива БПФ  $N_{fft}$  выбирается равной степени числа 2, с условием, что опорный сигнал  $S_0(n)$  помещается в половину данного массива. Так, если длительность сигнала составляет  $N_s = 800$  отсчетов, то  $N_{fft} = 2048$ .

### 2.2. Формирование спектра опорного сигнала.

Формируется исходный массив значений для процедуры БПФ  $G(n)$  размерностью  $N_{fft}$  ( $n = 0, \dots, N_{fft}-1$ ) значений, где первые  $N_s$  отсчетов равны значениям опорного сигнала  $S_0(n)$ , а остальные равны 0 (рисунок 1).

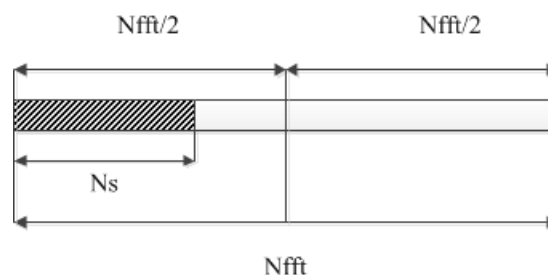


Рисунок 1. Заполнение исходного массива для вычисления спектра опорного сигнала.

Над массивом  $G(n)$  выполняется процедура БПФ с формированием массива  $F_0(m)$  из  $Nfft$  ( $m = 0, \dots, Nfft-1$ ) комплексных спектральных значений. Данный массив  $F_0(m)$  неизменный и используется далее для вычислений.

*Примечание:* процедура БПФ имеет стандартную реализацию в виде функций на различных языках программирования, включая Matlab. Самому ничего придумывать не надо. Использовать стандартные функции.

### 2.3. Формирование спектра взаимно-корреляционной функции.

Входной сигнал  $U(n)$  разбивается на окна (выборки) длиной  $Nfft$  значений. Окна берутся с половинным перекрытием (рисунок 2).

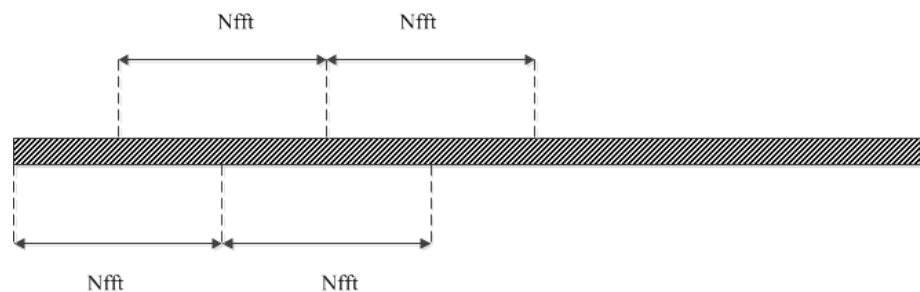


Рисунок 2. Последовательность формирования окон БПФ по данным входного сигнала.

Для каждой выборки входного сигнала (окна длительностью  $Nfft$  отсчетов)  $U_i(n)$  (где  $i$  – номер окна) выполняется процедура БПФ с формированием массива  $F_i(m)$  из  $Nfft$  ( $m = 0, \dots, Nfft-1$ ) комплексных спектральных значений (формирование спектра выборки входного сигнала).

Отсчеты спектра ВКФ  $F_{вкф}(m)$  формируются как результат умножения значения спектрального отсчета входного сигнала  $F_i(m)$  на комплексно-сопряженное значение соответствующего спектрального отсчета опорного сигнала  $F_0(m)$ .

$$F_{вкф}(m) = F_i(m) * \text{conj}(F_0(m)),$$

где  $\text{conj}(\dots)$  – операция комплексного сопряжения,  $m = 0, \dots, Nfft-1$ .

### 2.4. Формирование ИРК.

После формирования спектра ВКФ для текущего окна (расчета  $Nfft$  комплексных значений  $F_{вкф}(m)$ ) вторая половина спектра обнуляется (вещественные и мнимые части последних  $Nfft/2$  значений приравниваются 0). Над полученным массивом выполняется

процедура обратного БПФ, с формированием массива  $R_i(n)$  из  $N_{fft}$  комплексных значений ( $i$  – номер окна). Для первых  $N_{fft}/2$  комплексных значений массива  $R_i(n)$  вычисляется квадрат амплитуды  $G_i(n)$

$$G_i(n) = \| R_i(n) \|^2,$$

где  $n = 0, \dots, N_{fft}/2-1$ .

Данный массив из  $N_{fft}/2$  значений  $G_i(n)$  является выходом согласованного фильтра (ИРК) для  $i$ -ой выборки сигнала.

Таким образом из  $N_{fft}$  значений выборки входного сигнала  $U_i(n)$  формируется  $N_{fft}/2$  значений выхода согласованного фильтра  $G_i(n)$ . Массивы значений  $G_i(n)$  для последовательности выборок  $i = 1, 2, \dots$  сшиваются в единый массив, формируя непрерывный выход согласованного фильтра.