

ВЛИЯНИЕ АПЕРИОДИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ НА РАБОТУ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА ФУРЬЕ

Прохорова М.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Румянцев В.Ю.

Цифровой фильтр (ЦФ) – устройство, пропускающее, либо подавляющее заданные в цифровой форме сигналы в определенной полосе частот. В отличие от аналоговых фильтров, у которых входной сигнал изменяется непрерывно, в цифровых входной сигнал представляется в дискретной форме, то есть принимает каждый раз новое значение через интервал дискретизации.

Простейший ЦФ состоит из сумматора и устройства задержки во времени (которое можно реализовать на запоминающем устройстве). Если входной сигнал ЦФ – синусоидальный с частотой f , а задержка во времени составляет половину периода этого сигнала, то на сумматоре сигналы вычитаются и входной сигнал ЦФ равен нулю.

В более общем случае ЦФ состоит из набора устройств задержки и сумматора, причем сдвинутые во времени сигналы суммируются с различными коэффициентами передачи. Говорят, что импульсная характеристика ЦФ состоит из набора сдвинутых во времени отсчетов входного сигнала, а поскольку количество этих отсчетов определяется количеством устройств задержки, то импульсная характеристика ограничена во времени. Поэтому такие фильтры называют фильтрами с конечной импульсной характеристикой или КИХ-фильтрами.

Характеристика КИХ-фильтров становится более прямоугольной и исчезают пульсации. Но при этом основным дефект КИХ-фильтров – частотная характеристика повторяется через интервал частот $f = 1/t_z$. От этого недостатка свободны ЦФ с бесконечной импульсной характеристикой – БИХ-фильтры.

Если на вход БИХ-фильтра подать отсчет единичной амплитуды, то выходные отсчеты будут формироваться как сумма задержанных отсчетов с различными весами a_1, a_2 , которые снова через сумматор подаются на устройства задержки. Процесс этот длится бесконечно, откуда название ЦФ. Следует отметить, что все весовые коэффициенты должны быть меньше единицы, иначе процесс на выходе ЦФ будет бесконечно нарастать по амплитуде.

Применение в ЦФ весовых коэффициентов, не равных единице или нулю, требует применения умножителей. Поэтому в последнее время ЦФ чаще реализуют программным путем в ЭВМ. В программу записывают все необходимые математические операции и задержки во времени. Такую программу (состоящую из сотен и тысяч элементарных машинных операций) необходимо выполнять для каждого отсчета входного сигнала, поэтому на ЭВМ можно построить только сравнительно низкочастотные ЦФ. При аппаратной реализации можно получить более высококачественные ЦФ, однако потребуются десятки микросхем.

Анализ Фурье закладывает основы многих методов, применяющихся в области цифровой обработки сигналов (ЦОС). Преобразование Фурье позволяет сопоставить сигналу, заданному во временной области, его эквивалентное представление в частотной области. Наоборот, если известна частотная характеристика сигнала, то обратное преобразование Фурье позволяет определить соответствующий сигнал во временной области.

В дополнение к частотному анализу, эти преобразования полезны при проектировании фильтров. Частотная характеристика фильтра может быть получена посредством преобразования Фурье его импульсной реакции. И наоборот, если определена частотная характеристика сигнала, то требуемая импульсная реакция может быть получена с помощью обратного преобразования Фурье над его частотной характеристикой. Цифровые фильтры могут быть созданы на основе их импульсной реакции, поскольку коэффициенты фильтра с

конечной импульсной характеристикой (КИХ) идентичны дискретной импульсной реакции фильтра.

Единственный член, который имеет отношение к цифровой обработке сигналов, – это дискретное преобразование Фурье (ДПФ), которое оперирует дискретной по времени выборкой периодического сигнала во временной области. Для того, чтобы быть представленным в виде суммы синусоид, сигнал должен быть периодическим. Но в качестве набора входных данных для ДПФ доступно только конечное число отсчетов (N). Эту дилемму можно разрешить, если мысленно поместить бесконечное число одинаковых групп отсчетов до и после обрабатываемой группы, образуя, таким образом, математическую (но не реальную) периодичность.