

Л и т е р а т у р а

1. Tsunoda Y, Takeda Y. High density image-stozadge holograms by a zandom phase-sampling method. *Applied Optics*. 1974, September, v. 13, No. 9, p. 2046-2051.
2. К л о в с к и й Д.Д., С о й ф е р В.А. Обработка пространственно-временных сигналов. М., "Связь", 1976.
3. Е р м а к о в С.М., М и х а й л о в Г.А. Курс статистического моделирования. М., "Наука", 1976.
4. Г и х м а н И.И., С к о р о х о д А.В. Теория случайных процессов. М., "Наука", 1971, т.1.
5. Г о л у б М.А., С о й ф е р В.А. Конструктивный подход к использованию разложения Карунена-Лозва в устройствах оптимальной обработки сигналов. Четвертый международный симпозиум по теории информации. Тезисы докладов, ч.1., М.-Л., 1976, с. 31-33.

3.В. Пшеничников

СИНТЕЗ ВОССТАНАВЛИВАЮЩЕГО ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА, РЕАЛИЗУЮЩЕГО МЕТОД РЕГУЛЯРИЗАЦИИ

При обработке измерительных сигналов, полученных в системе, помимо динамические искажения, необходимо решать задачу восстановления входного сигнала. В автоматизированных системах обработки данных эта задача сводится к синтезу цифрового фильтра, обратного характеристике измерительного тракта. Как известно, задача восстановления входного сигнала линейной инерционной системой является некорректной и требует для своего решения применения методов регуляризации [1].

В работе [2] предложен алгоритм восстановления с использованием метода регуляризации А.Н. Тихонова в частотной области. При этом входной сигнал может быть получен по формуле

$$X(\omega) = \frac{Y(\omega)}{K(\omega)} \frac{1}{1 + \alpha M(\omega)}, \quad (1)$$

где $X(\omega)$ и $Y(\omega)$ - Фурье-образы входного и выходного сигналов, соответственно;

$M(\omega)$ - регуляризирующий оператор;

α - параметр регуляризации.

Таким образом, цифровой фильтр для решения задачи восстановления в этом случае имеет вид

$$H(\omega_i) = \frac{1}{K(\omega_i)(1 + \alpha M(\omega_i))} \quad (2)$$

Для синтеза фильтра $H(\omega)$ удобно рассматривать его как последовательное соединение цифровых фильтров:

фильтра, обратного характеристике измерительного тракта,

$$K^{-1}(\omega_i) = 1/K(\omega_i)$$

и регуляризирующего фильтра

$$K_T = 1/(1 + \alpha M(\omega_i)).$$

При таком подходе значительно упрощаются процедуры синтеза, так как структура фильтра $K^{-1}(\omega)$ определяется только частотной характеристикой измерительного тракта и будет постоянна для любого входного сигнала, а структура регуляризирующего фильтра определяется параметрами входного сигнала и характеристиками шума. Рассмотрим способы синтеза фильтров $K^{-1}(\omega)$ и $K_T(\omega)$.

1. Непосредственное использование отсчетов $K^{-1}(\omega)$ и $K_T(\omega)$

При известной $K(\omega)$ и правильно выбранных α и $M(\omega)$ синтез фильтра в виде выражения (2) можно считать законченным, так как можно произвести фильтрацию умножением отсчетов спектра выходного сигнала на отсчеты $K^{-1}(\omega)$ и $K_T(\omega)$ на одноименных частотах.

2. Синтез цифровых фильтров в z -плоскости

Для цифровой фильтрации наиболее удобны фильтры в виде функции, аппроксимирующих дискретные отсчеты $K^{-1}(\omega)$ и $K_T(\omega)$ в z -плоскости. Методы, описанные в работе [3], позволяют получить как нерекурсивные, так и рекурсивные фильтры. Наиболее разработаны методы синтеза полосовых фильтров и фильтров нижних частот, т.е. фильтры, форма которых в принципе определена. Синтез же фильтра произвольной формы приводит к достаточно сложной формуле цифрового фильтра в z -форме, что значительно усложняет процесс собственно синтеза фильтра и увеличивает время процесса фильтрации (восстановления).

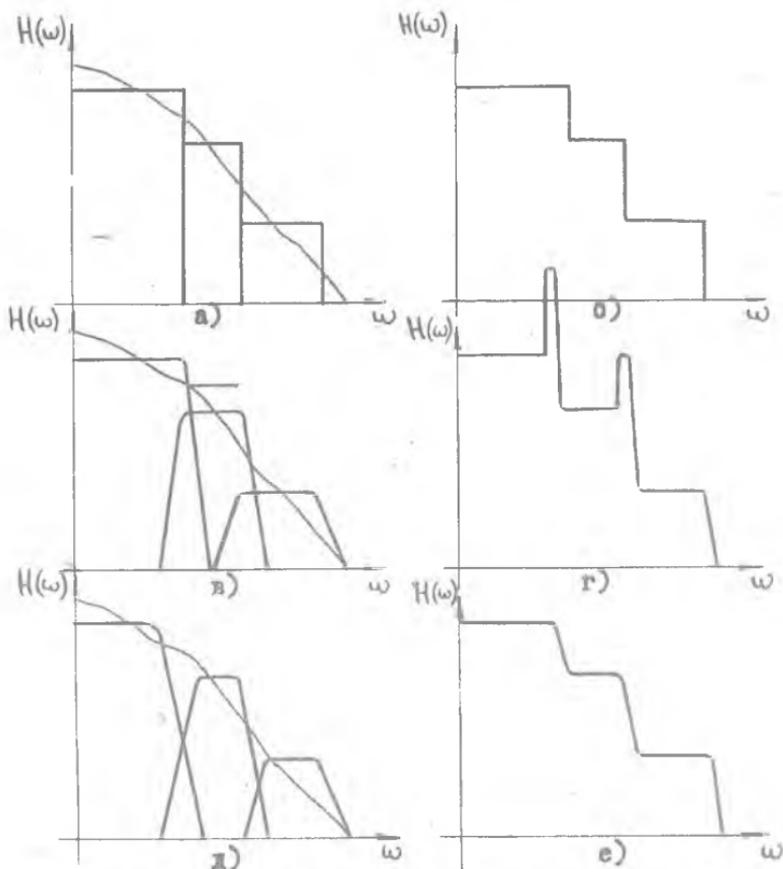
На основании вышесказанного можно сделать вывод, что разработанные методы синтеза цифровых фильтров не всегда удобны для синтеза фильтров сложной формы, таких, как, например, регуляризирующий фильтр А.Н. Тихонова.

3. Параллельное соединение полосовых фильтров

Учитывая хорошую проработку методов синтеза полосовых фильтров, можно предложить следующий метод синтеза цифрового фильтра сложной формы: цифровой фильтр получается, как параллельное соединение полосовых фильтров, аппроксимирующих огибающую сложного фильтра. Пример такой аппроксимации идеальными полосовыми фильтрами показан на рис. 1,а и рис. 1,б.

Для автоматизированных систем обработки данных этот метод имеет существенные преимущества перед другими, так как, имея в поставке математического обеспечения процедуры полосовых фильтров, пользователь может получить в принципе фильтр любой формы.

При синтезе сложного цифрового фильтра методом параллельного соединения полосовых следует учитывать, что для реального полосового фильтра получить достаточно крутые спады характеристик можно только за счет значительного усложнения структуры фильтра. Использование фильтров с конечной крутизной (рис. 1,в) вызывает появление дополнительной погрешности на частотах пересечения характеристик составляющих полосовых фильтров за счет прохождения



Р и с. 1. Синтез цифрового фильтра сложной формы:
 а, в, д - аппроксимация полосовыми фильтрами;
 б, г, е - результирующая характеристика фильтра

одноименных гармоник сигнала через два соседних фильтра. Огибающая результирующего фильтра для этого случая показана на рис. 1, г. Уменьшить эту погрешность можно оптимальным размещением полосовых фильтров в полосе результирующего фильтра. На рис. 1, д и 1, е показано подавление погрешности при некотором разнесении составляющих полосовых фильтров.

Л и т е р а т у р а

1. Т и х о н о в А.Н., А р с е н и н В.Я. Методы решения некорректных задач. М., "Наука", 1974.
2. П ш е н и ч н и к о в В.В. Исследования процедуры восстановления в частотной области.
В сб.: Автоматизация экспериментальных исследований. Куйбышев, КуАИ, 1975.
3. Г о л д Б., Р е й д е р Ч. Цифровая обработка сигналов. М., "Советское радио", 1973.

Е.Ю. Ларцев

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Рост сложности экспериментальных исследований как в научной, так и аппаратурной части вызывает появление огромных потоков измерительных данных, предварительную обработку которых зачастую необходимо проводить в сравнительно сжатые сроки. Это определяет необходимость применения систем автоматизации процесса обработки, базирующихся на мощных УЦВМ. Целью предварительной обработки является исключение специфического воздействия систем сбора и передачи данных на измерительную информацию. При этом необходимой составной частью почти каждой фазы предварительной обработки (измерительные данные проходят до IO фаз обработки) является анализ качества данных, алгоритмы которого строятся с учетом статистических характеристик обрабатываемых данных и априорных сведений о форме их представления. На основании результатов этого анализа на конкретной фазе принимается решение о проведении последующих фаз обработки и очередности их выполнения [1].

В данной работе предлагается программный комплекс, реализующий процедуру анализа качества данных на фазе локализации импульсных помех (сбоев), применительно к системе автоматизированной обработки многоканальной измерительной информации.