

2006



*Information Technologies in Science,
Education, Telecommunication
and Business*

**Информационные
технологии в науке,
образовании, телекоммуникации
и бизнесе**

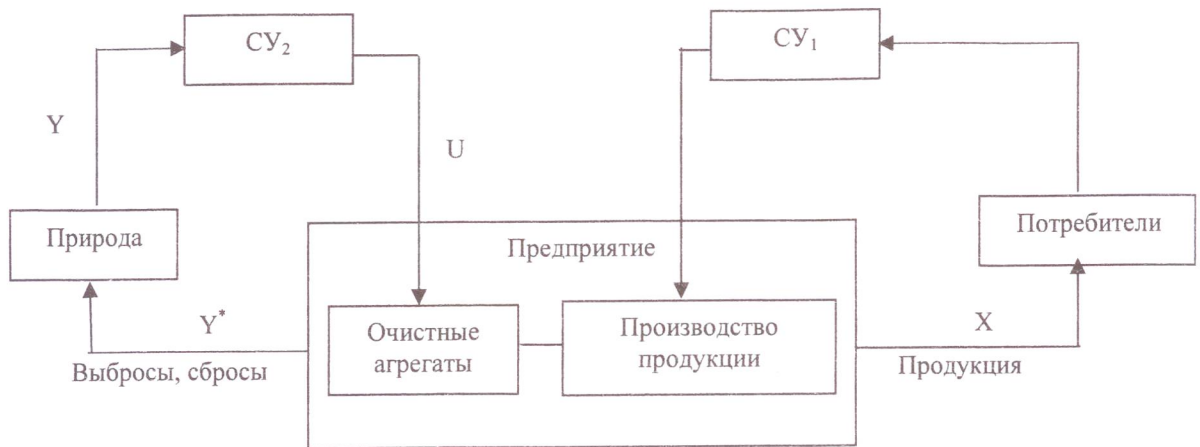


Рис.2

В заключение отметим, что изложенная в этой работе концепция, принципы и пути реализации СУ₂ СПТ на основе информационных технологий, направлены на решение важнейшей проблемы – создание сбалансированной системы Природа-Техногеника.

Литература

1. R.Solnitsev, The instrumentation in ecology and human safety. Proceedings. IEHS'96, St.Petersburg, 1996 p.16-18;
2. R.Solnitsev, Human factor minimization in the "Natura-Technogenic" system, Proceedings, IEHS'04, St.Petersburg, 2004, p. 15-18.
3. Сольницев Р.И. Автоматизация проектирования систем управления, «Высшая школа», Москва, 1991, с.327
4. R.Solnitsev, The simulation of Nature-Technogenic system, Proceedings., IEHS'98, St.Petersburg, 1998, p.8-10.
5. Сольницев Р.И. Информационные технологии в приборостроении, «Научное приборостроение», 2001, т.11, №4, p. 80-83.
6. Solnitsev R.I. Creation of "Natura-Technogenic" control system on the basis of information technologies. Proceedings, IEHS'02, St.Petersburg, 2002, p.12-16.

УДК 519.2

2. МЕДИАННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Авшалумов А.Ш., Филаретов Г.Ф.

Московский Институт Кибернетической Медицины (МИКМ)

2. MEDIAN FILTERING OF STOCHASTIC SIGNALS

Avshalumov A.S., Filaretov G.F.

Moscow Institute for Cybernetic Medicine (MICM)

The properties of median filtering as an instrument for stochastic signals analysis are investigated. The method of investigation is the imitation experiment. Some amplitude-frequency characteristics for signals with different one-dimensional distribution functions are discovered. It is shown that amplitude-frequency characteristics depend very hard on coefficients of asymmetry and excess. The imitation experiments results are discussed.

Медианные фильтры достаточно часто используются на практике – чаще всего как средство предварительной обработки данных. Это связано с их специфической особенностью слабо реагировать на отдельные наблюдения, резко выделяющиеся на фоне соседних. Данное свойство позволяет применять медианную фильтрацию для устранения аномальных наблюдений, уменьшения влияния импульсных помех, улучшения качества цифровых изображений и т.п. В ряде случаев медианные фильтры используются и как альтернатива обычным линейным фильтрам типа скользящего среднего. Однако сколь-нибудь детального исследования свойств медианных фильтров как средства фильтрации сигналов различного типа, по всей

видимости, не проводилось. Далее данная задача решается применительно к случаю фильтрации стохастических процессов.

Как известно [1], выходной сигнал y_t скользящего медианного фильтра шириной $m = 2l + 1$ в некоторый текущий дискретный момент времени t формируется из входного временного ряда

$\dots, x_{t-l}, x_t, x_{t+l}, \dots$ в соответствии с формулой:

$$y_t = y_t(\bar{X}) = Me(x_{t-l}, x_{t-l-1}, \dots, x_{t-1}, x_t, x_{t+1}, \dots, x_{t+l-1}, x_{t+l}),$$

где $Me = Me(x_1, x_2, \dots, x_m) = x_{(l+1)}$; $x_{(j)}$, $j = 1, 2, \dots, m$ – элементы вариационного ряда, т.е. упорядоченных в порядке возрастания (неубывания) значений x_1, x_2, \dots, x_m : $x_{(1)} = \min(x_1, x_2, \dots, x_m) \leq x_{(2)} \leq x_{(3)} \leq \dots \leq x_{(m)} = \max(x_1, x_2, \dots, x_m)$.

Очевидно, что медианные фильтры принадлежат к числу нелинейных фильтров. Для более полного выяснения их свойств представляется необходимым найти основные характеристики, подобные тем, что используются при описании обычных линейных фильтров. Это, в первую очередь, амплитудно-фазо-частотные характеристики. Поскольку получить их в аналитическом виде не удаётся, целесообразно использовать для этих целей имитационный эксперимент. План такого эксперимента включает в себя следующие составные части:

1. Генерация случайного процесса типа «белого шума» с заданной одномерной функцией распределения вероятностей из числа тех, которые зачастую относят к разряду типовых [2].

2. Определение оценок математического ожидания и дисперсии реализации сгенерированного процесса и нормирование значений этого процесса; тем самым формируется входной процесс $X(t)$ с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.

3. Фильтрация процесса $X(t)$ медианным фильтром выбранной ширины $m = 2l + 1$, т.е. получение выходного процесса $Y(t)$.

4. Спектральный анализ процессов и определение искомым частотных характеристик медианного фильтра.

5. Повторение п.п. 3 и 4 для фильтра скользящего среднего той же ширины, используемого для сопоставления с медианным фильтром.

На рис. 1 - 2 представлены амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) медианного фильтра $A(f)$ в сопоставлении с фильтром скользящего среднего (SS) той же ширины (в данном случае - $m = 11$) для процессов с различными функциями распределения вероятностей, а именно для симметричных плотностей распределения $f(x)$ с различными значениями показателя эксцесса) и для несимметричных распределений (рис.2).

Если говорить конкретно, на рис. 1 приведены АЧХ для случаев, когда $f(x) = (\pi \sqrt{1-x^2})^{-1}$ т.е. $f(x)$ имеет U-образную форму - (1), $f(x)$ имеет треугольную форму (2), $f(x)$ - распределение Лапласа (3), $f(x) = k_1 \cdot (\text{sign} U) \cdot U^2$, где $U = U(x)$ - случайная величина, подчиняющаяся нормированному нормальному распределению (4); последнее распределение соответствует варианту с большим значением показателя эксцесса.

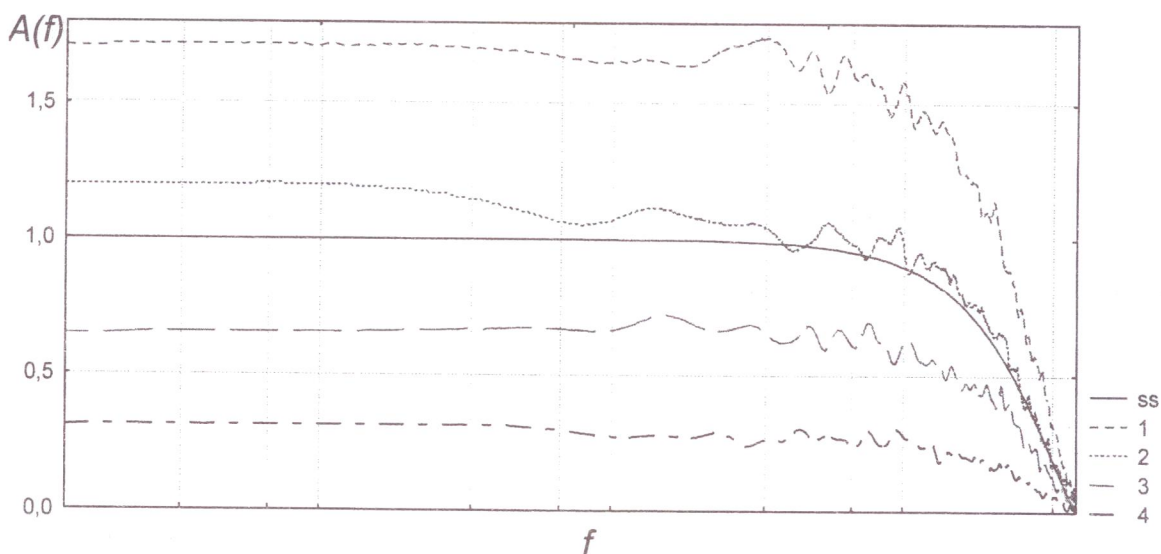


Рис. 1

На рис. 2 представлены АЧХ для несимметричных функций плотности: $f(x) = k_3 \cdot |U|$ - полунормальное распределение (a), $f(x)$ - распределения Релея (b) и Максвелла (c).

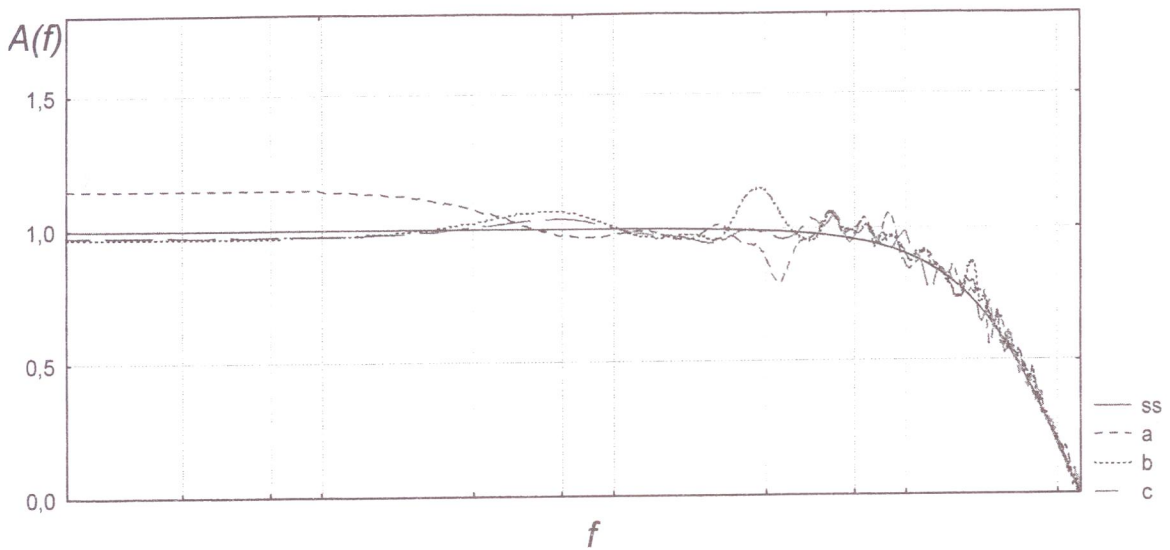


Рис. 2

Исследовались также и процессы с некоторыми другими функциями распределения (из числа симметричных - это гауссовское (нормальное) распределение (5), равномерное (6), $f(x) = k \cdot \text{sign}U \cdot \sqrt{|U^3|}$ (7), $f(x) = k_1 \cdot [(\text{sign}U_1) \cdot U_1^2 + (\text{sign}U_2) \cdot U_2^2]$ (8); из несимметричных - это экспоненциальное распределение (d) [3].

Очевидно, что, как и ожидалось, для фильтра скользящего среднего амплитудно-частотные характеристики остаются неизменными для любой функции распределения. Вместе с тем, для медианного фильтра они существенно изменяются для разных одномерных законов распределения вероятностей.

В табл. 1 для всех перечисленных выше распределений приведены значения показателей асимметрии и эксцесса, а также усредненные величины коэффициентов передачи медианных фильтров для участка примерного постоянства $A(f)$ вблизи нулевой частоты.

Таблица 1

| Вид $f(x)$ | 1 U- обр. | 2 Треуг. | 3 Лаплас | 4 | 5 Норм. | 6 Равн. | 7 | 8 | a Полу- норм. | b Максв. | c Релей | d Эксп. |
|-------------------|-----------------|-------------|-------------|------|------------|------------|------|------|---------------------|-------------|------------|------------|
| A_s | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,0 | 0,5 | 0,63 | 2,0 |
| E_x | -1,5 | -0,6 | 2,7 | 8,0 | 0 | -1,2 | 2,6 | 4,0 | 0,8 | 0,1 | 0,26 | 6,0 |
| $\overline{A(f)}$ | 1,7 | 1,14 | 0,66 | 0,31 | 1,05 | 1,4 | 0,58 | 0,47 | 1,07 | 1,01 | 1,02 | 0,70 |

Анализ данных табл. 1 показывает, что для симметричных распределений в полосе равномерного пропускания значения АЧХ медианного фильтра принимают большие значения по сравнению с фильтром скользящего среднего при отрицательных показателях эксцесса, и меньшие - при положительных. Это наглядно видно из рис. 3, где указаны отдельные точки, соответствующие данным табл. 1, а также аппроксимирующая кривая, отображающая зависимость $\overline{A(f)}$ от величины E_x для варианта симметричных распределений. Уравнение этой аппроксимирующей кривой получено с помощью метода нелинейного оценивания и выражается эмпирической формулой:

$$\overline{A(f)} = \frac{0,02184}{0,005654 \cdot (E_x + 3,8407)}$$

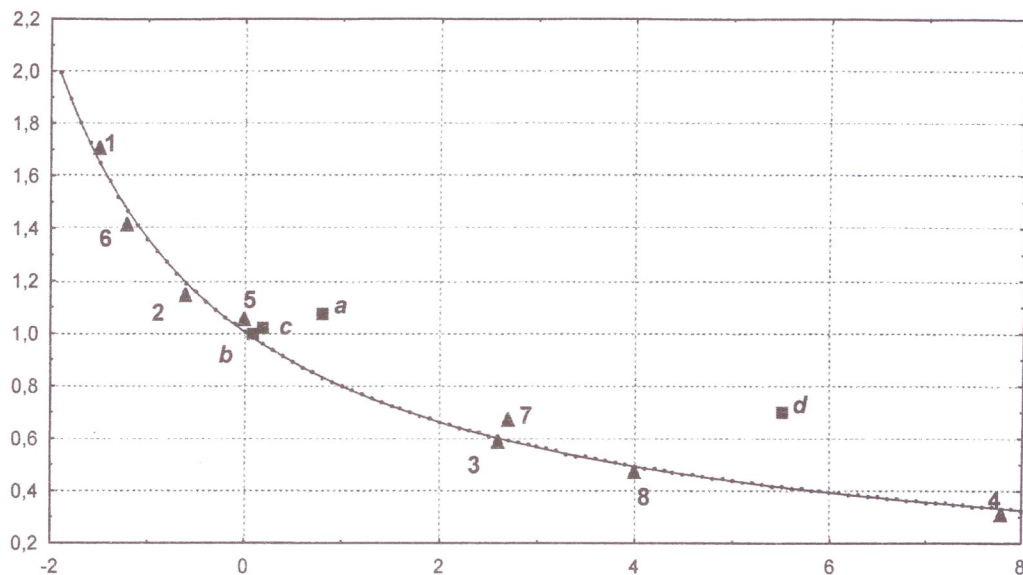


Рис. 3

Очевидно, что для симметричных распределений с ростом показателя эксцесса значение $\overline{A(f)}$ уменьшается; асимметрия распределения при прочих равных условиях приводит к возрастанию $\overline{A(f)}$. Обнаруженное свойство медианных фильтров может быть использовано для целей обнаружения (выделения) полезного сигнала на фоне помехи негауссовского вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. С.А. Айвазян С.А., В.С. Мхитарян. Прикладная статистика и основы эконометрики. Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998.
2. Г. Хан, С. Шапиро. Статистические модели в инженерных задачах. – М.: Изд-во «МИР», 1969.
3. А.Ш. Авшалумов, Г.Ф. Филаретов. Медианные фильтры как средство обработки стохастических сигналов в информационных системах. Известия Тульского Государственного Университета, Серия «Вычислительная техника. Информационные технологии. Системы управления». Вып. 4. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – с. 9 – 15.

3. УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «СИСТЕМА НА КРИСТАЛЛЕ»

Аржадеева Е.А., Моисеев П.Д., Малых В.Н.

Нижний Новгород

3. THE IMPROVEMENT OF ELECTRONIC MEASURING DEVICE CHARACTERISTICS WITH THE USE OF "SYSTEM ON CHIP" TECHNOLOGY

E.A. Arzhadeeva, P.D. Moiseev, V.N. Malykh

New opportunities of electronic design automation development with use of "system on chip" technology are viewed in this article. The design technology route of the soft IP-core of a pulse shaper is given, opportunities in support of core's implementation parameters as reprogrammable logic integrated circuit and as the Application Specific Integrated Circuit (ASIC) are compared. Examples of its implementation are given on the base of macros library of Field Programmable Gate Array (FPGA) Spartan-3 with use of graphic interface ISE 7.1i and with use of Verilog behavioral model. The example of electronic design implementation - the pulse generator is given. Achievable characteristics and an errors are proved.

ВВЕДЕНИЕ

Качество разрабатываемой аппаратуры напрямую зависит от параметров элементной базы, используемой при проектировании. При разработке измерительных приборов, кроме массогабаритных характеристик, быстродействия, надёжности и потребляемой мощности, которые улучшаются при использовании высокоинтегрированных изделий микроэлектроники, необходимо учитывать погрешность, вносимую этими элементами. В связи с общими тенденциями к использованию технологии «система на кристалле» и