

УДК 621.396

Кривуца В.Г., д.т.н.; **Булгач В.Л.,** к.т.н.; **Дикарев А.В.,** к.т.н.; **Пивнюк А.В.,** асп.
(Государственный университет информационно-коммуникационных технологий)

МОДЕЛЬ ДИСКРЕТНОГО КАНАЛА

Кривуца В.Г., Булгач В.Л., Дикарев О.В., Пивнюк О.В. Модель дискретного канала. У роботі розглядається математична модель дискретного каналу, яка показала добрі результати при дослідженні ефективності роботи цифрових фільтрів і цифрових коректорів.

Ключові слова: ДИСКРЕТНИЙ КАНАЛ, КИХ-ФІЛЬТРИ, АЧХ, СМУГА ПРОПУСКАННЯ

Кривуца В.Г., Булгач В.Л., Дикарев А.В., Пивнюк А.В. Модель дискретного канала. В работе рассматривается математическая модель дискретного канала, которая показала хорошие результаты при исследовании эффективности работы цифровых фильтров и цифровых корректоров.

Ключевые слова: ДИСКРЕТНЫЙ КАНАЛ, КИХ-ФИЛЬТР, АЧХ, ПОЛОСА ПРОПУСКАНИЯ

Kryvutsa V.H., Bulhach V.L., Dikarev O.V., Pivniuk O.V. Discrete channel model. In work the mathematical model of the discrete channel which has shown good results at research of an overall performance of digital filters and digital proof-readers is considered.

Keywords: DISCRETE CHANNEL, CIC-FILTER, AFS, PASS-BAND

В процессе моделирования на основе известных компьютерных пакетов (Mathcad, Matlab, LabView, Active-VHDL и др.) различных устройств, таких как усилители, фильтры, корректоры, возникает необходимость определения эффективности их работы на аналоговых либо дискретных каналах. Имитационную модель нужных каналов достаточно просто выполнить в среде Mathcad. Рассмотрим имитационную модель канала для анализа работы дискретного цифрового фильтра верхних частот (ФВЧ) [1], амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) которого представлена на рис. 1.

Иллюстрация проверки эффективности цифрового фильтра. Зададим следующие исходные данные к модели канала (рис. 1), использующегося для иллюстрации работы дискретного КИХ-фильтра верхних частот (КИХ-ФВЧ).

Пусть $TM = 50$ – число отсчетов входного дискретного сигнала; $d = 10$ – число значений аналогового сигнала в течение одного интервала дискретизации $T=1$ дискретного сигнала; $dt = 1/d = 0.1$ – интервал между отсчетами аналогового сигнала; $h = 0..TM * d$ – диапазон индексов отсчетов аналогового сигнала; $j = 0..TM$ – диапазон индексов отсчетов дискретного сигнала; $ta_n = h * dt$ – массив моментов отсчетов аналогового сигнала; $w = 0..0.5$ – интервале нормированного спектра частот ФВЧ; $ua_n = \cos(2 * \pi * w * ta_n)$ – входной аналоговый сигнал.

Для формирования дискретного сигнала выполним операции: $t_j = j$ – массив моментов отсчетов сигналов; $u_j = ua_{j*d}$ – массив значений дискретных сигналов; $n = N..TM$ – диапазон индексов выходных дискретных сигналов.

Сигнал после ФВЧ равен линейной дискретной свертке дискретного сигнала с коэффициентами известного ФВЧ v_n [1]:
$$v_n = \sum_{i=0}^{N-1} u_{n-i} * b_i .$$

В среде Mathcad описанная процедура создания модели аналогового и дискретного канала показана ниже (рис. 2).

На рис. 3 непрерывной линией показан аналоговый сигнал, из которого получается дискретный сигнал (показано крестиками), и АЧХ ФВЧ (показано квадратиками).

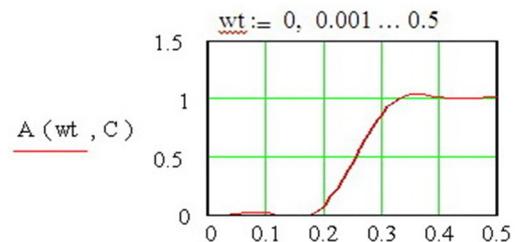


Рис. 1. АЧХ дискретного ФВЧ

```

TM := 50      d := 10      dt := 1/d      h := 0.. TM · d      dt = ■
      j := 0.. TM      tah := h · dt      w := 0.25      uah := cos(2 · π · w · tah)

tj := j      uj := uaj · d

n := N.. TM

vn := ∑i=0N-1 un-i · bi
    
```

Рис. 2.

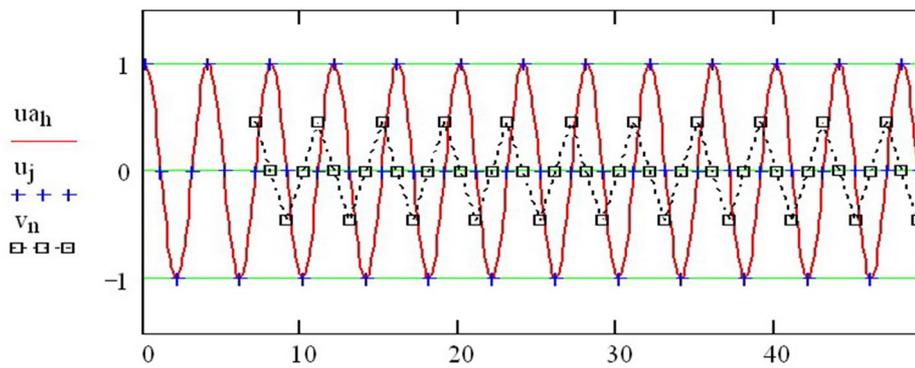


Рис. 3. Оценка эффективности работы дискретного ФВЧ

Иллюстрация исправляющей способности цифрового корректора. Известно, что для получения коэффициентов цифрового корректора, представляющего собой разновидность КИХ-фильтров, необходима импульсная характеристика системы “канал плюс приемное устройство”, как отклик прохождения по системе одиночного дискретного ϵ -импульса [2].

Рассмотрим последовательность моделирования в среде Mathcad эквивалента такого ϵ -импульса-короткого одиночного импульса, окруженного нулями, и получение его комплексной частотной характеристики.

Формирование одиночного единичного импульса. Принимая во внимание особенности реализации быстрого дискретного преобразования Фурье в программе Mathcad, зададим число $N = 256$; диапазонную переменную $j = 0..N - 1$; временной интервал $TM = 0.008$, разделив его на 256 частей $dt = \frac{TM}{N}$. Определим частоту импульсов $df = \frac{1}{TM}$ и диапазонную переменную $k = 0.. \frac{N}{2}$. Сформируем последовательность из 256 ранее полученных импульсов $t_j = dt * j$. Про моделируем круговую частоту следования импульсов в канале $\omega_k = 2 * \pi * df * k$ и выделим интервал $j_0 = N * \frac{15}{32} \dots N * \frac{17}{32} - 1$. Это составит ширину сформированного прямоугольного импульса $u_{1_{j_0}} = 1$, окруженного тридцатью нулями $u_{1_j} = 0$. Описанная здесь процедура в среде Mathcad показана на рис. 4.

Зададим канал, искаженный помехами, в результате чего амплитудно-частотный спектр его не равен единице, а фазо-частотный спектр нелинеен. Пусть в моделируемом канале ослабляются высокие частоты и его передаточная функция описывается выражением $W1(s)$.

Амплитудно-частотный и фазо-частотный спектр канала представлен на рис. 5.

$$\begin{aligned}
 N &:= 256 & j &:= 0.. N - 1 \\
 TM &:= 0.008 & dt &:= \frac{TM}{N} & df &:= \frac{1}{TM} & k &:= 0.. \frac{N}{2} \\
 t_j &:= dt \cdot j & \omega_k &:= 2 \cdot \pi \cdot df \cdot k & dt &= 3.125 \times 10^{-5} & df &= 125 \\
 j_0 &:= N \cdot \frac{15}{32} .. N \cdot \frac{17}{32} - 1 & u1_j &:= 0 & u1_{j_0} &:= 1
 \end{aligned}$$

Рис. 4.

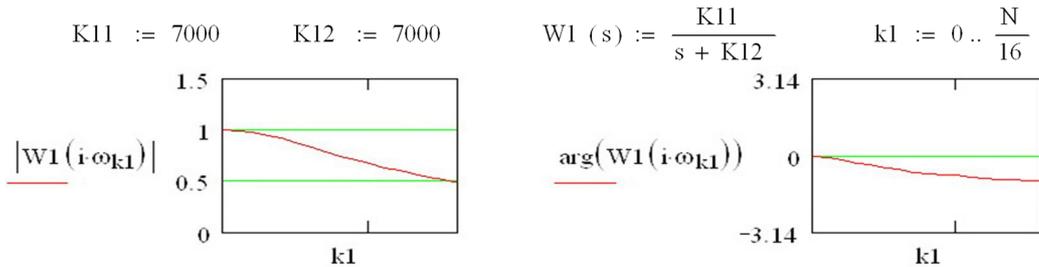


Рис. 5. Модель комплексного частотного спектра канала

Выходной сигнал линейного устройства получается обратным преобразованием Фурье произведения передаточной функции канала и комплексного частотного спектра сигнала [3]. Так, если передаточная функция канала была задана как $W1(s)$, а комплексный частотный спектр единичного импульса $U1_k$, то их произведение равно $U2_k = U1_k * W1(-i * \omega_k)$, а выходной сигнал $u2 = \text{ifft}(U2)$.

В программе Mathcad эти операции реализуются следующим образом:

$$\begin{aligned}
 k_0 &:= \frac{N}{16} .. \frac{N}{2} & k_1 &:= 0.. \frac{N}{16} & f &:= -0.00025 \\
 U1 &:= \text{fft}(u1) & U1_{k_0} &:= 0 & U1_k &:= U1_k \cdot \exp(-i \cdot f \cdot \omega_k)
 \end{aligned}$$

На основании известных отсчетов импульсной характеристики $G = [g(0), g(1), g(2), \dots, g(n)]$ рассчитываются коэффициенты цифрового корректора $C = [c(0), c(1), c(2), \dots, c(n)]$. Алгоритм расчета подробно рассмотрен в [2].

Воздействие помех на цифровые сигналы в канале можно промоделировать как искажение уровня сигналов, что решающим устройством на приеме может восприниматься как ошибка. Тогда модель канала можно реализовать следующим образом.

На вход канала связи подадим $N_s = 128$ равномерно распределенных сигналов-нулей и единиц. С этой целью используем заложенный в программе Mathcad генератор случайных чисел, $s_{0j} = \text{if}(rnd(1) < 0.5, 0, 1)$. Сформируем используемые в модели промежуточные диапазонные переменные $j = 0..N_s - 1$, $j_1 = 3..N_s - 1$, $j_2 = 6..N_s - 1$, $j_3 = 6..N_s / 2$. Принимая во внимание известные данные: G -вектор отсчетов импульсной характеристики канала связи плюс приемное устройство, $K = 3$ -порядок корректора, сигналы на его выходе представляются линейной дискретной сверткой [2]:

$$u3_{j_1} = \sum_{j=0}^{K-1} G_{2,j} * s_{0_{j_1-2+j}}.$$

В качестве массива искаженных внешними помехами сигналов s_n , сформируем последовательность, состоящую из набора случайных равномерно распределенных чисел, как об этом говорилось выше:

$$r1_{j_1} = rnd(1), \quad r2_{j_1} = rnd(1), \quad sn_{j_1} = (\sqrt{-2 * \ln(r1_{j_1})}) * \cos(2 * \pi * r2_{j_1}).$$

Влияние внешних помех на входной сигнал представим последовательностью искаженных сигналов $Noise(s) = u3 + s * sn$ или $u = Noise(s)$.

Порог принятия решения приемным устройством выберем как $ru = [\max(u) + \min(u)] * m$.

С помощью переменной m его можно менять. Полученная модель искаженных помехами сигналов позволяет показать, что цифровой корректор успешно исправляет как интерференционные искажения между соседними импульсами, так и внешние помехи. В среде Mathcad последовательность описанных операций моделирования выполняется следующим образом (рис. 6):

Результаты моделирования представлены на графике (рис. 7).

$$\begin{aligned}
 N_s &:= 128 & j &:= 0 .. N_s - 1 & j_1 &:= K .. N_s - 1 \\
 K &:= 3 & s_{0j} &:= \text{if}(\text{rnd}(1) < 0.5, 0, 1) \\
 u_{3j_1} &:= \sum_{j=0}^{K-1} G_{2,j} \cdot s_{0j_1-2+j} & r_{1j_1} &:= \text{rnd}(1) & r_{2j_1} &:= \text{rnd}(1) \\
 sn_{j_1} &:= \sqrt{-2 \cdot \ln(r_{1j_1})} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot r_{2j_1}) & \text{Noise}(s) &:= u_3 + s \cdot sn & u &:= \text{Noise}(s) \\
 j_2 &:= 2 \cdot K .. N_s - 1 & j_3 &:= 2 \cdot K .. \frac{N_s}{2} \\
 v_{j_2} &:= \sum_{j=0}^{K-1} u_{j_2-j} \cdot C_j \\
 ru &:= (\max(u) + \min(u)) & ru &:= 0.4
 \end{aligned}$$

Рис. 6.

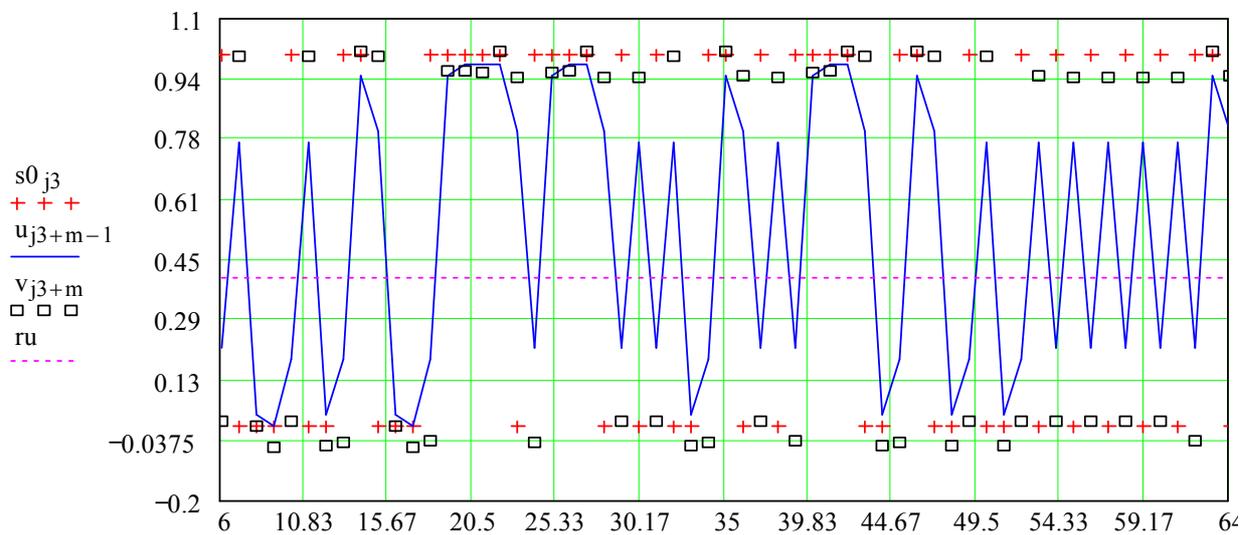


Рис. 7. Моделирование исправляющей способности цифрового фильтра

Выводы. Используемые в настоящее время цифровые технологии (Mathcad, Matlab, LabView, Active-VHDL и др.) предоставляют широкий спектр моделей и заготовок к созданию различных цифровых устройств и систем. Это позволяет осваивать структуру и работу устройств. Однако в случае необходимости исследования особых свойств разрабатываемого устройства приходится создавать уникальную имитационную модель и делать это достаточно просто в среде Mathcad. Результаты моделирования легко проверяются на графиках, а менять исходные данные при проведении исследований не представляет особого труда.

Литература

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение ; пер. англ./ Б. Скляр // М.: Вильямс, 2007. – 1104 с.
2. Цифровая коррекция каналов / В.Г. Кривуца, В.Л. Булгач, А.В. Дикарев, В.Н. Лазаренко // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку УНДІЗ. – 2012. – №1 (21). – С. 5-10.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.

УДК 681.3.07

Розорин Г.Н., д.т.н. (*Гос. университет информационно-коммуникационных технологий*)

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ВИДЕОМОНТАЖ В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ

Розорин Г.М. Професійний відеомонтаж в інфокомунікаціях. Аналізуються технічні можливості професійних комп'ютерних програм, призначених для редагування відеосигналів. Виявлені переваги програмного пакету EDIUS PRO.

Ключові слова: ВИДЕОРЕДАКТОР, ТИТР, ЛОГОТИП, НЕЛІНІЙНИЙ МОНТАЖ, EDIUS PRO

Розорин Г.Н. Профессиональный видеомонтаж в инфокоммуникациях. Анализируются технические возможности профессиональных компьютерных программ, предназначенных для редактирования видеосигналов. Выявлены преимущества программного пакета EDIUS PRO.

Ключевые слова: ВИДЕОРЕДАКТОР, ТИТР, ЛОГОТИП, НЕЛИНЕЙНЫЙ МОНТАЖ, EDIUS PRO

Rozorinov H.M. The professional videoediting in the infocommunications. Technical facilities of the professional computer programs, intended for videosignals editing are analysed. Advantages of EDIUS PRO program package are exposed.

Keywords: VIDEOEDITOR, TITLE, LOGOTYPE, NONLINEAR EDITING, EDIUS PRO

Введение. В современной индустрии информационно-коммуникационных технологий непременным атрибутом является возможность редактирования изображений, например, путем наложения титров и логотипов поверх снятого материала, исправление изображений и др. Для решения подобных задач разработаны пакеты профессиональных программ – видеоредакторы [1, 2]. Однако, набор видеоредакторов достаточно велик, а их возможности весьма разнообразны и иногда специфичны, что затрудняет их применение на практике.

Целью данной работы является сравнительный анализ технических возможностей различных видеоредакторов, чтобы способствовать осознанному выбору тех из них, которые в наибольшей степени соответствуют решаемой задаче обработки видеосигналов.

Основная часть. Наиболее распространенным в настоящее время является видеоредактор Adobe Premiere (видеоредактор для начинающих), который сочетает в себе высококачественные средства управления творческим процессом и надежные инструменты редактирования видеоматериалов, снятых на цифровую камеру [1, 3]. Adobe Premiere позволяет даже в домашних условиях создавать высококачественные видеоматериалы. Программа предоставляет возможность использовать специальные эффекты, вводить титры и сохранять звук в формате Dolby Digital. Adobe Premiere отображает видеoinформацию в DVD, VHS и других популярных форматах для ВЕБ и мобильных устройств, включая сотовые телефоны, карман-ные PC, видеоплееры MPEG-4 и др. Перечень поддерживаемых форматов включает MPEG-1, MPEG-2, AVI, Windows Media и QuickTime.

На рис. 1 показано главное окно видеоредактора Adobe Premiere. Программа также содержит After Effects – совместимые плагины, которые представляют собой независимо компилируемые програм-мные модули, динамически подключаемые к основной программе, с целью расширения и/или использования всех ее возможностей (рис. 2).