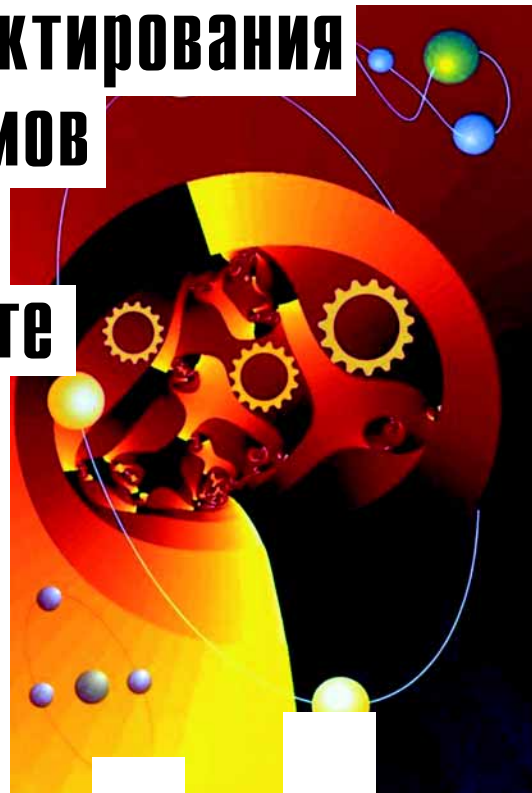


САПР “визуального” проектирования и моделирования алгоритмов и систем ЦОС Hypersignal в учебной и научной работе



СРЕДСТВА “ВИЗУАЛЬНОГО” ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ И СИСТЕМ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ (ЦОС) ЗАНИМАЮТ ОСОБОЕ МЕСТО СРЕДИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ РАЗРАБОТЧИКОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО И ДРУГОГО ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ ПРОЦЕССОРОВ ЦОС. ДАННЫЕ СРЕДСТВА НЕ ТОЛЬКО АВТОМАТИЗИРУЮТ ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ИЗБАВЛЯЯ РАЗРАБОТЧИКА ОТ РУТИННОГО ТРУДА И СОКРАЩАЯ СРОКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, НО И ПОЗВОЛЯЮТ СПЕЦИАЛИСТАМ ПРИКЛАДНЫХ ОБЛАСТЕЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ, КОТОРЫЕ НЕ ЗНАКОМЫ С ПРОЦЕССОРАМИ ЦОС И НЕ ВЛАДЕЮТ СЕКРЕТАМИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯТЬ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СВОИХ ЗАДАЧ ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ.

Данные средства также прекрасно подходят для учебного процесса. Они позволяют быстро и с минимальными затратами создавать на базе ПК виртуальные лаборатории по различным курсам. При выполнении этих работ студент получает наглядное представление о процессах, протекающих в той или иной сложной системе и имеет возможность максимально концентрировать свои усилия на понимании этих процессов, не тратя время и силы на такие второстепенные в данном случае процессы, как сборка установки из реальных приборов, программирование и другие.

В настоящее время существует несколько пакетов “визуального” проектирования и моделирования алгоритмов и систем ЦОС, которые функционируют на различных аппаратных платформах (персональные компьютеры (ПК) и рабочие станции) и отличаются между собой функциональными возможностями, быстродействием и стоимостью. Настоящая статья посвящена САПР “визуального” проектирования и моделирования алгоритмов и систем ЦОС Hypersignal фирмы HYPERCEPTION, США (www.hyperception.com) и его применению в учебной и научной работе в Нижегородском Государственном Техническом Университете (НГТУ).

СРЕДСТВА “ВИЗУАЛЬНОГО” ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ЦОС HYPERSIGNAL RIDE И HYPERSIGNAL BLOCK DIAGRAM

С момента своего основания в 1984 г. фирма HYPERCEPTION сосредоточила свои интересы и сконцентрировала все усилия на разработке высокоэффективных и относительно дешёвых программных средств, функционирующих на ПК, для автоматизации рутинного инженерного труда в области проектирования алгоритмов и систем ЦОС и родственных отраслях науки и техники. В 1990 г. фирма HYPERCEPTION выпустила САПР *Hypersignal Block Diagram* для визуального проектирования и моделирования на ПК сложных динамических систем с использованием вычислительных возможностей только процессора ПК. Последняя 32-бит версия v4.0 этой САПР функционирует в среде Windows.

Логическим развитием пакета *Block Diagram* является САПР *Hypersignal RIDE*, который поддерживает аппаратные средства ЦОС, установленные в ПК или связанные с ним по последовательному интерфейсу, и позволяет комбинировать в одном проекте как функции, выполня-

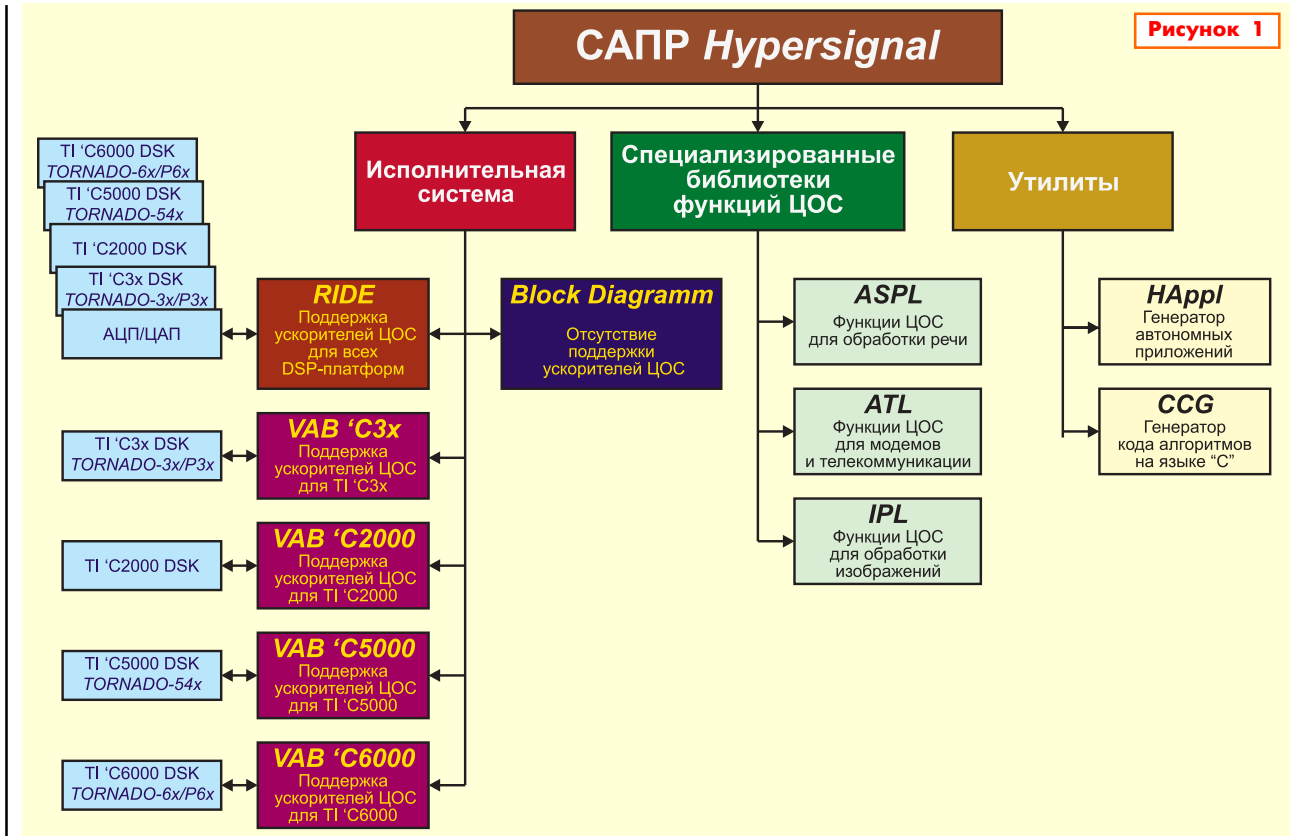
ющиеся в среде процессора ПК, так и функции, выполняющиеся в среде процессора ЦОС. Структура САПР “визуального” проектирования и моделирования алгоритмов и систем ЦОС Hypersignal изображена на рис. 1.

САПР Hypersignal используют передовую технологию “визуального” проектирования, при которой пользователь может быстро воплотить свои идеи в виде привычных блок-схем в интерактивном режиме на экране ПК, то есть аналогично тому, как это делалось ранее с помощью ручки на листе бумаги.

Блоки — программные компоненты, выполняющие базовые функции алгоритмов ЦОС — вот те кирпичики, из которых разработчик строит свой алгоритм на экране ПК в виде блок-схемы — в привычной форме описания алгоритмов и систем.

В состав *Hypersignal* входит несколько сотен тематически сгруппированных функций-блоков. Среди них: блоки генераторов сигналов, блоки арифметических функций, блоки матричных и векторных операций, блоки функций ЦОС, блоки файловых операций, блоки визуализации сигналов и так далее. В состав САПР *Hypersignal* также входят блоки управления: клавиатуры, переключатели, линейные и стрелочные ин-

Рисунок 1



Структура САПР "визуального" проектирования и моделирования алгоритмов и систем ЦОС Hypersignal

MicroLAB Systems
 127591, Москва, Россия,
 Дубнинская ул., д. 83, оф. 612
 WEB: www.mlabsys.com
 E-mail: info@mlabsys.com
 тел./факс: (095)-900-6208

Комплексные решения ЦОС для процессоров TMS320

TORNADO СИСТЕМЫ ЦОС
MIRAGE ЭМУЛЯТОРЫ!
АЦП/ЦАП, СОПРОЦЕССОРЫ

TORNADO
 системы ЦОС для ПК и автономных приложений на базе TMS320C3x/5000/6000
\$540+
 дочерние модули АЦП/ЦАП, сопроцессоры ЦОС
\$215+

MIRAGE
 эмуляторы JTAG/MPSD для TMS320
\$1000+
TI Code Composer
\$1300 (C3x/C4x)
\$1995 (Studio)

Hypersignal
 САПР алгоритмов и систем ЦОС
\$1995+
QEDesign
 САПР цифровых фильтров
\$1095+
Nucleus PLUS, 3L Diamond
 ОСРБ

дикаторы и так далее. Наличие этих функциональных блоков позволяет создавать пользовательский интерфейс разрабатываемой системы совместно с разработкой алгоритма её функционирования. В дополнение фирма HYPERCEPTION поставляет специализированные библиотеки функций для обработки речи (*Advanced Speech Library*), библиотеку коммуникационных функций (*Advanced Transmission Library*) и библиотеку функций для обработки изображений (*Image Processing Library*).

В случае отсутствия необходимых функций, Вы сами можете создать их с помощью конструктора блоков (*Block Wizard*), входящего в состав САПР *Hypersignal*. Всё, что при этом необходимо сделать — написать функцию блока на языке Си, используя стандартные средства, и в интерактивном режиме описать новый блок, задавая его конфигурацию и описывая его параметры.

САПР *Hypersignal* поддерживает иерархическое проектирование, при котором блоки могут объединяться и входить в виде одного блока в блок-схему более высокого уровня иерархии, что позволяет не только структурировать сложный проект, но и разбивать его на части для реализации различными исполнителями.

В среде *Hypersignal* алгоритм создаётся в виде блок-схемы на экране ПК в интерактивном режиме из стандартных блоков, при этом устанавливаемые Вами межблочные связи будут отражать потоки данных и пути прохождения сигналов. Настройка параметров алгоритма осуществляется путём выбора соответствующих блоков и установкой нужных параметров с помощью системы меню, а модификация алгоритма осуществляется путём изменения его блок-схемы и параметров блоков.

При запуске введённого алгоритма *Hypersignal RIDE* создаёт исполняемый код, соответствующий алгоритму. Далее этот код автоматически загружается в среду процессора ЦОС аппаратных средств, где выполняется процессором ЦОС. При необходимости, особенно на этапе отладки алгоритма, отображение результатов обработки сигналов может осуществляться на экране ПК в режиме реального времени.

Необходимо отметить ряд особенностей САПР *Hypersignal*, существенно отличающих его от аналогичных продуктов. Функции САПР *Hypersignal*, исполняемые в среде процессора ПК, представляют собой DLL-модули, которые выполняются в среде Windows с макси-

мальной скоростью. Функции реального времени САПР *Hypersignal RIDE*, исполняемые в среде процессора ЦОС, представлены объектными модулями, которые совместимы со стандартными средствами разработки ПО для процессоров ЦОС.

Пользователям САПР *Block Diagram* и *RIDE* дополнительно предлагается генератор ANSI Си-кода. Генератор Си-кода генерирует ANSI Си-код, соответствующий "визуализованному" алгоритму, разработанному с помощью *Hypersignal RIDE* или *Hypersignal Block*

Diagram. В дальнейшем этот код может быть встроен в различные программные продукты для ПК, перенесён на альтернативные UNIX-платформы или встроен с применением соответствующих средств кросс-компиляции в автономные системы реального времени, построенные на базе различных процессоров.

Если Ваши приложения должны функционировать под управлением среды Windows на ПК или промышленных компьютерах, то для коммерческого тиражирования Ваших проектов фирма

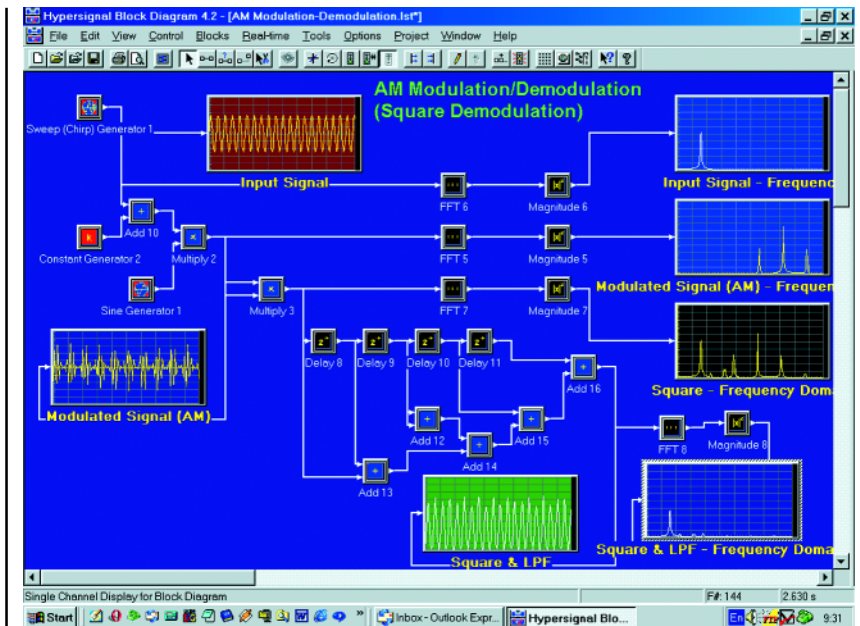


Рисунок 2 Лабораторная работа "Амплитудная модуляция"

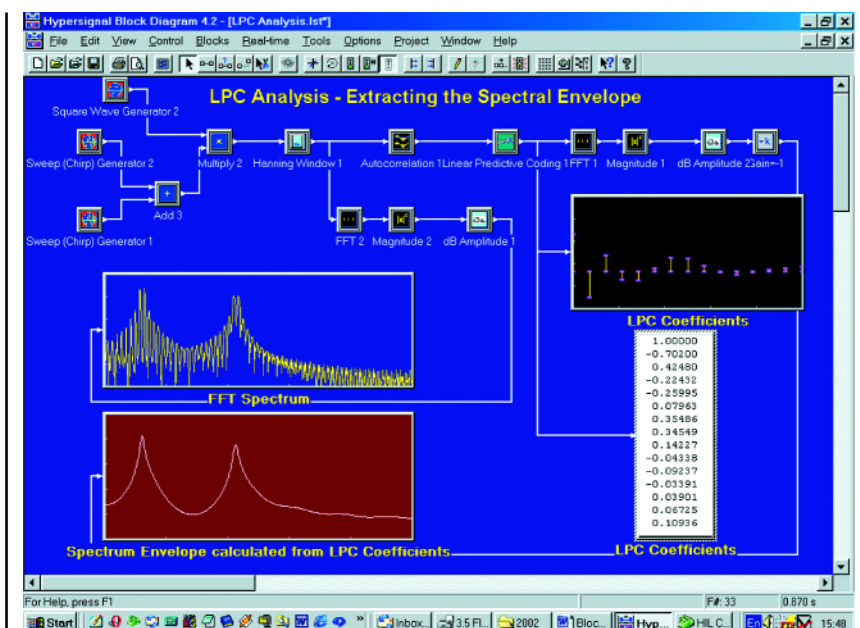


Рисунок 3 Лабораторная работа "Метод линейного предсказания"

HYPERCEPTION дополнительно предлагает генератор приложений *HApl*. С помощью этого программного модуля можно вычленить разработанный алгоритм совместно с интерфейсом оператора и перенести их на ПК с аппаратными средствами ЦОС, которые вы поставляете своему заказчику.

САПР проектирования и моделирования алгоритмов ЦОС *Hypersignal RIDE* поддерживает аппаратные средства ЦОС различных производителей, построенных на базе процессоров TMS320 фирмы TEXAS INSTRUMENTS и на базе процессоров SHARC фирмы ANALOG DEVICES. Из продукции российских производителей *Hypersignal RIDE* поддерживает системы ЦОС *TORNADO* и авто-

номные контроллеры *TORNADO-E* с модулями ввода/вывода сигналов фирмы "МикроЛАБ Системс" (www.mlabsys.com, тел.: 900-6208) на базе процессоров TMS320C3x/C6000. Фирма "МикроЛАБ Системс" является дистрибьютором фирмы HYPERCEPTION на российском рынке.

САПР HYPERSIGNAL BLOCK DIAGRAM В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Всё, отмеченное выше, обусловило наш выбор САПР *Hypersignal Block Diagram* и его внедрение в учебный процесс. САПР *Hypersignal Block Diagram* идеально подходит для лабораторного

практикума по курсам: "Цифровая обработка сигналов", "Радиотехнические цепи и сигналы" и "Теория электрической связи" и любым другим дисциплинам, в которых изучаются алгоритмы и методы обработки сигналов любой природы. В среде пакета *Hypersignal Block Diagram* можно создавать виртуальные приборы и установки и превратить персональный компьютер в научную или учебную лабораторию по тому или иному курсу, сведя к минимуму закупки дорогостоящего измерительного оборудования, что является чрезвычайно актуальным для государственных учебных заведений.

В Нижегородском Государственном Техническом Университете (НГТУ) на кафедре "Теория Цепей и Телекоммуникации" (ТЦТ) пакет *Block Diagram* внедрён в учебный процесс с 1995 года и применяется в курсах: "Цифровая обработка сигналов", "Радиотехнические цепи и сигналы" и "Теория электрической связи". Это позволило не только готовить специалистов, умеющих работать с современными средствами проектирования электронных систем, но и разработать ряд "виртуальных" лабораторных установок для следующих лабораторных работ:

- "Методы спектрального оценивания";
- "Синтез и применение КИХ- и БИХ-фильтров";
- "Гомоморфная фильтрация сигналов";
- "Методы генерирования и детектирования ЧМ-сигналов";
- "Корреляционный анализ сигналов";
- "Когерентный и некогерентный приём ФМ-сигналов" и многие другие.

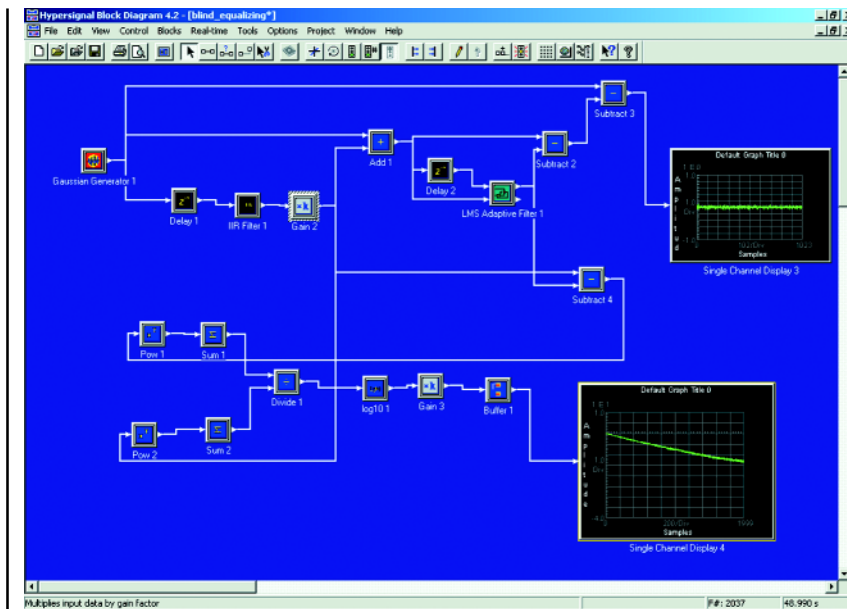


Рисунок 4 Блок-схема алгоритма формирования и подавления экосигналов

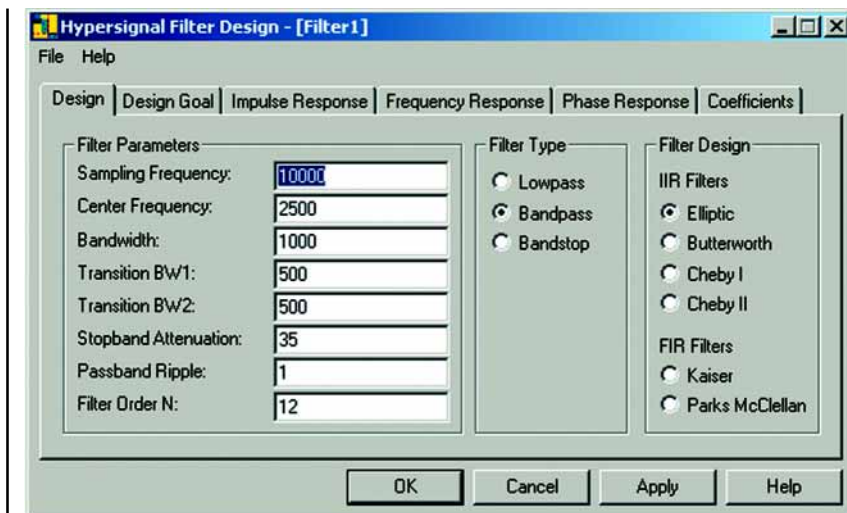


Рисунок 5 Интерфейс программы синтеза фильтров Filter Design

На рис. 2 представлен пример интерфейса пользователя лабораторной работы "Амплитудная модуляция" по курсу Радиотехнические цепи и сигналы. В этой работе студенты сами собирают из блоков амплитудный модулятор и демодулятор и задают требуемые параметры. В любой точке амплитудного модулятора и демодулятора студенты могут установить анализаторы спектра и осциллографы, которые позволят им более глубоко понять процессы, происходящие при данном виде модуляции.

На рис. 3 изображена схема лабораторной работы по изучению применения метода линейного предсказания в курсе "Цифровая обработка сигналов", в которой используется блок Linear Predictive Coding, вычисляющий коэффи-

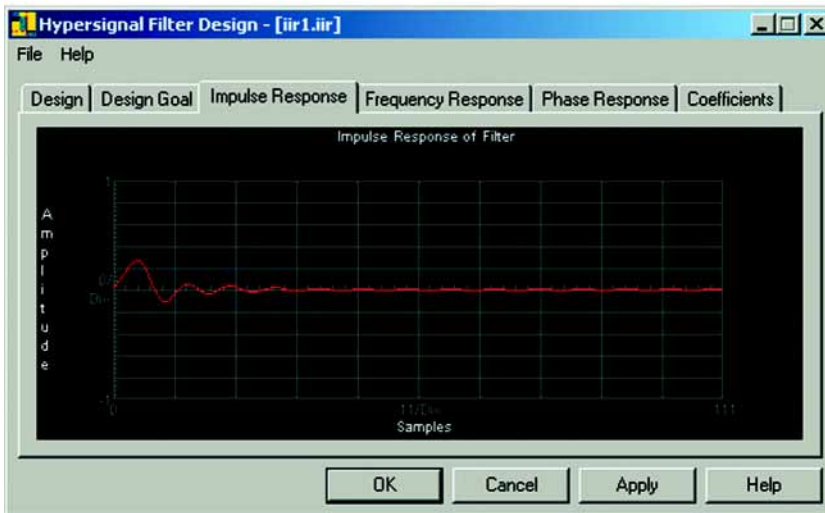


Рисунок 6 Импульсная характеристика эхоформирующего фильтра

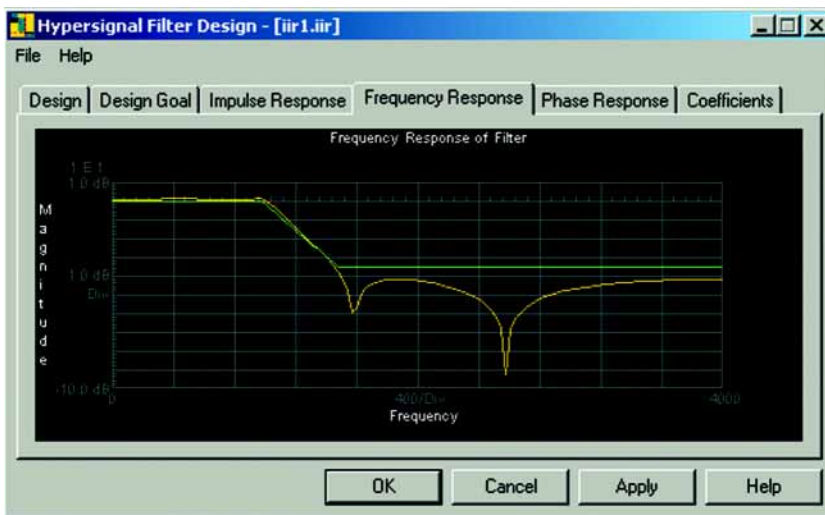


Рисунок 7 Амплитудно-частотная характеристика эхоформирующего фильтра

линейную систему, на выходе появляется доступный для наблюдения сигнал. Используя только его и некоторые априорные сведения, необходимо восстановить исходный сигнал.

На рис. 4 показана структурная схема эхоформирующей, эхоподавляющей и измерительной систем в САПР Block Diagram.

В качестве исходного сигнала используем гауссов стационарный эргодический случайный процесс с нулевым математическим ожиданием. На рис. 4 этот процесс формируется с помощью блока Gaussian Generator 1. Сформированный сигнал подадим на вход эхоформирующего линейного фильтра, свойства которого определяются блоками задержки Delay1, цифрового БИХ-фильтра IIR filter1, Усилителя Gain2 и Сумматора двух сигналов Add1. Сигнал с выхода фильтра попадает на устройство адаптивной инверсной фильтрации, представленное блоками Delay2, адаптивного фильтра LMS Adaptive Filter1, вычитателя одного сигнала из другого Subtract2. Здесь адаптивный фильтр — трансверсальный фильтр, коэффициенты которого адаптируются по методу наименьших квадратов, при котором достигается минимум энергии на выходе вычитателя, встроенного в блок адаптивного фильтра. На верхнем выходе адаптивного фильтра формируется оценка эхосигнала. Максимально возможный порядок фильтра составляет тысячу цифровых отсчётов.

Степень восстановления исходного сигнала (эхоподавления) будем оценивать согласно выражению

$$L = 10 \lg \left[\frac{M[(y(n) - \hat{y}(n))^2]}{M[(y(n))^2]} \right],$$

где $y(n)$ — исходный эхосигнал, сформированный с помощью блоков Delay1, IIR filter1 и Gain2; $\hat{y}(n)$ — оценка эхосигнала, полученная с помощью адаптивного фильтра; M — знак усреднения по времени.

Это выражение реализовано с помощью блоков системы измерения, состоящей из устройства вычитания Subtract4, блоков возведения в степень (в рассматриваемом случае степень равна двум) Pow1, Pow2, сумматоров всех отсчётов в анализируемом фрагменте сигнала Sum1, Sum2, блока логарифмирования по основанию десять Log10 1 и усилителя сигнала (в данном случае усиление было равным десяти) Gain3.

циенты линейного предсказания. В данной работе показывается возможность восстановления и сглаживания модуля спектра сигнала по коэффициентам линейного предсказания. Студенты экспериментально исследуют зависимость точности восстановления модуля спектра от порядка линейного предсказания.

В САПР Hypersignal Block Diagram существует большое разнообразие готовых примеров, изучение которых позволяет быстро освоить систему и научиться максимально полно использовать её возможности.

По мнению студентов, преподавателей и инженеров кафедры ТЦиТ, САПР Hypersignal Block Diagram является продуманным и очень удобным средством для изучения и разработки алгоритмов цифровой обработки сигналов.

САПР HYPERSIGNAL BLOCK DIAGRAM В НАУЧНОЙ РАБОТЕ

Преподаватели НГТУ используют САПР Hypersignal Block Diagram не только в учебной, но и в своей научной работе.

В качестве примера рассмотрим процесс моделирования системы адаптивного “слепого” выравнивания, который может быть использован для восстановления речевого сигнала, искажённого гулким помещением с многократными переотражениями. Задача заключается в следующем: на вход неизвестной линейной системы подаётся неизвестный исходный сигнал, для которого могут быть известны некоторые априорные сведения, носящие, как правило, статистический характер. В результате прохождения исходного сигнала через

САПР Block Diagram использует кадровую или фреймовую обработку. Размер фрейма в цифровых отсчётах задаётся параметром Framesize. В том случае, если некоторый процесс имеет длительность большую, чем один фрейм, целесообразно использовать блок Buffer. Он накапливает заданное число фреймов, и только после этого выдаёт все проанализированные фреймы на блок осциллографа. Это позволяет наблюдать очень длительные процессы, а также анализировать работу систем, изменяющих свои свойства во времени. На осциллографе Single Channel Display4 показана зависимость степени эхоподавления от времени. Для построения этой зависимости был использован блок Buffer1. Большое число блоков в программе Block Diagram и регулируемых параметров в них дало возможность оценить работу системы слепого эхоподавления наиболее полно.

При создании линейной системы, на которую подавался исходный сигнал, был использован пакет синтеза фильтров Filter Design, встроенная в САПР Block Diagram, эта программа позволяет создавать цифровые фильтры с конечными или бесконечными импульсными характеристиками. При синтезе фильтра необходимо задавать следующие параметры: тип фильтра, частоту дискретизации, центральную частоту, полосу пропускания, переходные полосы, ослабление в полосе заграждения, неравномерность в полосе пропускания и неравномерность в полосе заграждения (рис. 5).

Исходя из этих параметров, пакет Filter Design синтезирует фильтр необходимого порядка. Пакет показывает импульсную характеристику синтезированного фильтра (рис. 6), АЧХ фильтра (рис. 7) и ФЧХ фильтра. Коэффициенты фильтра записываются в специальный файл, они могут быть в дальнейшем использованы при реализации функции цифрового фильтра в реальных системах цифровой обработки сигналов, а так полученный фильтр можно использовать в Block Diagram, вызвав из библиотеки блоки IIR-filter, в случае синтеза БИХ-фильтра, и FIR-filter — в случае синтеза КИХ-фильтров с линейной фазой.

Как показано выше, процесс моделирования в среде САПР Block Diagram интуитивно понятен и не представляет труда даже для такой сложной системы, как адаптивная система эхоподавления.

Применение САПР Block Diagram в этой работе позволило отказаться от

непосредственного программирования, что сократило время создания приложения в десятки раз и позволило легко имплементировать данный алгоритм в системе ЦОС на цифровом сигнальном процессоре.

В дальнейших планах кафедры переход на следующий программный продукт фирмы HYPERCEPTION: САПР Hypersignal RIDE, который поддерживает аппаратные средства цифровой обработки сигналов, установленные в ПК или связанные с ним по последовательному интерфейсу, и позволяет комбинировать в одном проекте как функции,

выполняющиеся в среде процессора ПК, так и функции, выполняющиеся в среде процессора цифровой обработки сигналов. Это позволит создавать системы реального времени, обрабатывающие и генерирующие реальные сигналы.

Фирма «МикроЛАБ Системс» — дистрибьютор фирмы «Hyperception» в России, г. Москва.
Тел./факс: (095)-900-6208.
E-mail: info@mlabsys.com.
Http://www.mlabsys.com.

● Аналоги импортных:
 ● Знакосинтезирующие
 ● Графические

● Сегментные
 ● Разработка и изготовление на заказ

МЭЛТ Москва, ул. Нижегородская, 31
 тел./факс: (095) 278-9660, 278-9674, 913-8421
 E-mail: sales@melt.aha.ru
 http://www.melt.aha.ru

FORESIGHT COMPONENT

с нами вы всегда на шаг впереди

Доставка в любую точку земного шара

Комплексные поставки импортных микросхем от мировых производителей

- Индивидуальный подход к заказчикам
- Прогрессивные скидки
- Техническая поддержка и поставка образцов для массовых производителей
- Регистрация проектов, низкие цены.
- DC/DC и AC/DC модули
- Производство и разработка печатных плат
- Производство трансформаторов
- Паяльные станции и аксессуары
- Пассивные компоненты и микросхемы
- Аккумуляторные батареи и многое другое по каталогу

Срок поставки от двух недель

Внимание наш новый адрес !!!
 г. Москва ул. Балтийская ул. д.15, офис 536 тел./факс (095) 974-2013
 e-mail: sales_k@frs-c.ru www.frs-c.ru