



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2003129186/28, 02.10.2003**

(24) Дата начала действия патента: **02.10.2003**

(45) Опубликовано: **20.04.2005 Бюл. № 11**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **DE 29718691 U1, 05.02.1998. US H1006 N, 03.12.1991. US 4488240 A, 11.12.1984. SU 1298734 A1, 23.03.1987. SU 1352507 A2, 15.11.1987. SU 1377848 A1, 28.02.1988.**

Адрес для переписки:

**111116, Москва, ул. Авиамоторная, 2, ФГУП
 "ЦИАМ им. П.И. Баранова", отдел
 интеллектуальной собственности**

(72) Автор(ы):

**Ледовская Н.Н. (RU),
 Меркурьев А.Н. (RU),
 Намсараев Э.Г. (RU)**

(73) Патентообладатель(ли):

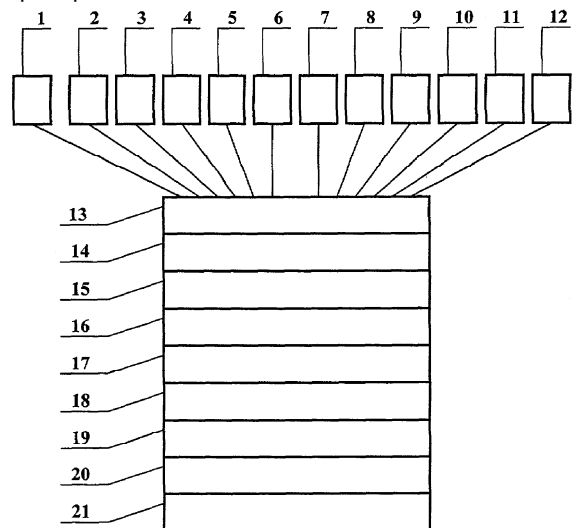
**Федеральное государственное унитарное
 предприятие "Центральный институт
 авиационного моторостроения им. П.И.
 Баранова" (RU)**

(54) АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ УСТРОЙСТВО (АПУ) ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

(57) Реферат:

Устройство может быть использовано, например, для исследования структуры потока в компрессорах, имеющих высокую частоту вращения и высокую частоту следования лопаток. Устройство содержит для каждого канала цифровой преобразователь сигнала, блок задания частоты дискретизации преобразования, блок регулирования уровня преобразования, блок перевода электрических сигналов в физические величины, блок наблюдения за преобразованными сигналами, блок точности преобразования сигнала, блок продолжительности преобразования сигнала, блок отключения неиспользуемых каналов, блок синхронизации аналоговых сигналов, блок визуализации, блок регистрации преобразованного сигнала. Устройство позволяет преобразовывать сигналы различных уровней, изменять частоту дискретизации и продолжительность преобразования, отключать неиспользуемые каналы, переводить сигналы датчиков в физические величины с учетом тарировок датчиков,

наблюдать сигналы в различных шкалах, соответствующих уровням преобразованных сигналов, изменять точность записи преобразованных сигналов. 5 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003129186/28, 02.10.2003**

(24) Effective date for property rights: **02.10.2003**

(45) Date of publication: **20.04.2005 Bull. 11**

Mail address:

**111116, Moskva, ul. Aviamotornaja, 2, FGUP
"TsiAM im. P.I. Baranova", otdel intellektual'noj
sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Ledovskaja N.N. (RU),
Merkur'ev A.N. (RU),
Namsaraev Eh.G. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predprijatje
"Tsentral'nyj institut aviatsionnogo
motorostroenija im. P.I. Baranova" (RU)**

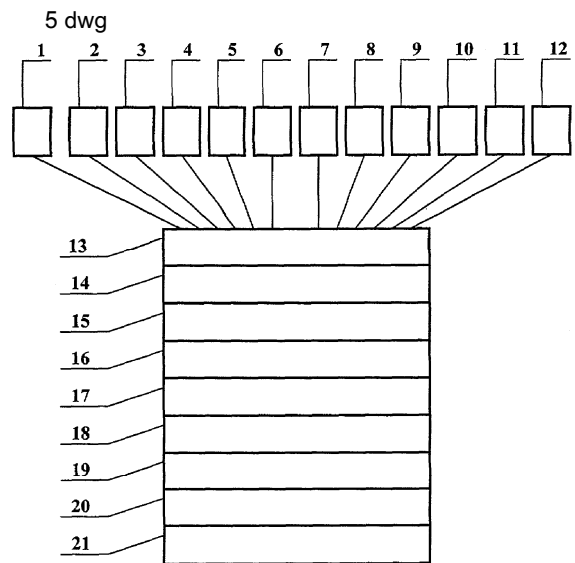
(54) **HARDWARE-SOFTWARE DEVICE FOR MULTICHANNEL CONVERSION AND RECORDING OF ANALOG SIGNALS**

(57) Abstract:

FIELD: electronic engineering.

SUBSTANCE: for each channel device has digital signal converter, block for setting conversion digitization frequency, conversion level adjustment block, block for transferring electric signals to physical values, block for observing converted signals, block of precision of signal conversion, block of signal conversion time, block for disabling unused channels, block for synchronization of analog signals, visualization block, converted signal recording block. Device allows to convert signals of different levels, to change digitization frequency and conversion time, to disable unused channels, transfer sensors signals to physical values with consideration of sensors scales, observe signals at different scales, appropriate to levels of converted signals, to measure precision of recording of converted signals.

EFFECT: higher efficiency.



Фиг. 1

RU 2 250 494 C1

RU 2 250 494 C1

Изобретение относится к измерительной технике, а именно к устройствам, осуществляющим регистрацию сигналов, поступающих от электрических датчиков, и может быть использовано для регистрации различных электрических сигналов.

Во многих отраслях техники существует необходимость регистрации аналоговых сигналов, поступающих с электрических датчиков. Для этой цели созданы аналоговые и цифровые устройства, позволяющие регистрировать поступающие с них аналоговые сигналы.

С помощью электрических датчиков производят множество измерений, в частности измеряют давление в потоке и его пульсации. Так, например, электрические датчики пульсаций давления широко используют при испытании авиадвигателей. Аналогичные устройства используют при испытании и доводке компрессоров.

Тенденция на повышение нагруженности ступеней компрессора и соответствующего повышения окружных скоростей и частот вращения приводит к расширению частотного диапазона производимых измерений. В частности, при проведении исследований, направленных на повышение эффективности работы ступеней компрессоров и имеющих в своем составе ступени со сверхзвуковой скоростью потока в относительном движении, необходимо для повышения точности и информативности измеряемых параметров, при проведении измерений, использовать малоинерционные электрические датчики с частотным диапазоном до 100 кГц, иметь соответствующие современные устройства для сбора аналоговых данных, их цифрового преобразования и последующей обработки полученных данных. Так, при визуализации структуры течения в проточной части компрессоров путем измерения пульсаций давления малоинерционными датчиками с последующим построением изобар требуется проведение синхронной многоканальной регистрации поступающих с них аналоговых сигналов.

Известно "Аналоговое магнитное устройство A2-1214/A2-914", выпускаемое фирмой SONY Magnescale Inc, которое является 14-канальным магнитным регистратором и записывает сигналы на магнитную ленту.

Недостатком данного устройства является необходимость использования дополнительных блоков для цифрового преобразования аналогового сигнала при проведении вторичной обработки. Кроме того, данное магнитное устройство имеет частотный диапазон 0...40 кГц, что ограничивает область его применения.

Известно "Многоканальное цифровое устройство MSX16", которое обеспечивает "Многоуровневую цифровую диагностическую систему для ГТД", представленную в охранном документе США № Н 1006, G 01 В 7/16, от 27.03.1990 г., сбором аналоговых данных, поступающих с тензометров или других электрических датчиков.

Недостатком данного технического решения являются ограничение частотного диапазона ($\Delta f=0...25$ кГц) и невозможность синхронного опроса используемых датчиков.

Наиболее близким техническим решением к заявляемому и принятому за прототип является "Цифровое устройство SIR-1000W", каталог "PRODUCT CATALOG 2003", которое имеет многоканальный вход и позволяет производить последовательный опрос электрических датчиков, при этом частота дискретизации понижается пропорционально количеству используемых каналов. Так оно имеет частотный диапазон 160 кГц при 4-канальном входе, 80 кГц при 8-канальном входе и 40 кГц при 16-канальном входе.

Основным недостатком данного устройства является ограничение по частоте дискретизации и ее понижение при увеличении количества опрашиваемых каналов, а также невозможность организации синхронного считывания аналоговых данных с большого количества датчиков. Отсутствие указанных возможностей не позволяет использовать данное устройство для построения мгновенных изолиний давления в каналах вращающихся рабочих колес компрессора, а также не позволяет производить синхронный опрос малоинерционных датчиков давления при их использовании для исследования нестационарных и нестабильных процессов, имеющих место, например, в авиадвигателе и компрессоре.

Задачей заявляемого технического решения является повышение эффективности

устройства за счет обеспечения точности и высокой частоты дискретизации преобразования и регистрации многоканальных аналоговых сигналов при их синхронном поступлении с малоинерционных датчиков.

Технический результат достигается в заявляемом аппаратно-программном устройстве, которое позволяет осуществлять многоканальное преобразование аналоговых сигналов, синхронно поступающих с источников сигнала. Для этого аппаратно-программное устройство снабжено блоком регулирования уровня преобразования сигнала для каждого канала, блоком задания частоты дискретизации преобразования поступающих сигналов, блоком перевода электрических сигналов в физические величины, блоком наблюдения за преобразованными сигналами, блоком точности преобразования сигнала, блоком продолжительности преобразования сигнала, блоком отключения неиспользуемых каналов, блоком регистрации сигналов, блоком синхронизации аналоговых сигналов, при этом блок регулирования уровня сигналов для каждого канала соединен с блоком изменения частоты дискретизации преобразования, который соединен с блоком наблюдения за сигналами и с блоком отключения неиспользуемых каналов, а блок точности преобразования сигналов соединен с блоком задания продолжительности преобразования сигналов, причем блок перевода электрических сигналов в физические величины соединен с блоком регистрации сигналов и с блоком синхронизации аналоговых сигналов.

Пульсации статического и полного давлений, измеряемые неподвижными малоинерционными датчиками в ступенях компрессора, имеют широкополосный, полигармонический состав. Частота первой гармоники сигнала переменного давления равна частоте следования лопаток, частота второй и последующих гармоник сигнала отражает характер изменения давлений в межлопаточных каналах, структуру следов и возмущений в потоке, создаваемых вращением рабочего колеса. Для анализа характера процессов в межлопаточных каналах достаточно иметь информацию в спектре частот, включая пятую гармонику сигнала. При частоте вращения ротора 200 Гц и числе лопаток на ступени 50 это соответствует частоте 100 кГц.

В настоящее время регистрация аналоговых сигналов с малоинерционных датчиков давления производится с помощью многоканальных магнитных устройств, имеющих частотный диапазон 40 кГц (с динамической погрешностью $\pm 12\%$), что обеспечивает получение удовлетворительных осредненных и мгновенных картин течения, определяемых по изолиниям давления в каждом межлопаточном канале рабочих колес компрессора.

Построение изолиний давления производят с использованием комплекса программ, привязанных к специальной ЭВМ, имеющей многоканальный аналого-цифровой преобразователь с ограниченной частотой дискретизации. Обработку показаний датчиков производят, вводя последовательно аналоговый сигнал, зарегистрированный каждым из датчиков. Такой способ введения информации представляет собой длительный процесс и позволяет проводить построение изолиний только после проведения испытаний. Кроме того, такой способ сбора и обработки информации требует дополнительного введения системы синхроимпульсов, что сокращает возможности для введения полезного сигнала.

Для перехода к более современной системе сбора и обработки малоинерционных данных, обладающей более высокой точностью и разрешающей способностью, необходимо устройство, которое обеспечивает высокую разрешающую способность цифрового преобразования аналогового сигнала и ввод его в компьютер.

Продолжительность одного оборота ротора составляет сотые и тысячные доли секунды, а время, за которое проходит одна лопатка, в 100 раз меньше, и для наблюдения за отрывом пограничного слоя, имеющего толщину, соизмеримую с толщиной профиля, необходимо иметь несколько точек на интервале времени $\Delta t = 1 \dots 3$ мкс. При проведении измерений, как показывает опыт, нельзя заранее предсказать форму сигнала, поступающего с того или иного датчика. Поэтому частота дискретизации должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить высокое качество преобразования сигнала любой формы. При исследовании течения потока в ступенях компрессоров, для повышения

информативности системы измерения и получения более полного представления об изменениях, происходящих в структуре потока в отдельных каналах рабочего колеса компрессора при изменении режима работы по расходу и оборотам, регистрация сигнала должна обеспечивать необходимое количество точек по шагу каждого межлопаточного

5 канала рабочего колеса компрессора.

Структура потока является многозонной и содержит скачки уплотнения, а также образующиеся и сходящие вихри в результате отрыва потока внутри канала и в следе за лопатками. При цифровой регистрации аналогового сигнала в каждой точке по тракту компрессора это условие должно быть выполнено. Особенно это важно при появлении

10 нестабильного обтекания лопаток, например, вблизи границы устойчивой работы, так как в этом случае необходимо рассматривать мгновенные структуры потока, а осредненные картины течения дают неверное представление о процессах, происходящих в колесе.

В связи с этим для исследования нестационарных эффектов необходимо синхронное считывание сигнала с датчиков во избежание ошибочного представления об изменениях в

15 течении, что может произойти из-за сдвига фаз.

Заявляемое аппаратно-программное устройство для многоканального преобразования аналоговых сигналов имеет стандартные платы, которые обеспечивают преобразование сигнала с разрешением 12 бит. Подключение таких устройств к персональному компьютеру

20 позволяет получить многоканальный преобразователь и регистратор аналоговых сигналов. Синхронизацию плат осуществляют специальной программой.

Заявляемое аппаратно-программное устройство для многоканального преобразования и регистрации аналоговых сигналов позволяет:

- преобразовывать сигнал различного уровня;

- изменять частоту дискретизации преобразования в диапазоне $\Delta f=1000...1000000$ Гц;

25 - переводить электрические импульсы в физические величины с учетом статических тарировок каждого из датчиков;

- наблюдать сигнал в различных шкалах, соответствующих уровню преобразуемого сигнала;

- изменять точность записи преобразованного сигнала;

30 - изменять продолжительность преобразования;

- отключать неиспользуемые каналы;

- регистрировать сигнал без учета постоянной составляющей.

Все эти функции обеспечиваются специальными программными блоками, действие которых инициируется соответствующими кнопками.

35 На фиг.1 изображена схема заявляемого аппаратно-программного устройства для многоканального преобразования аналоговых сигналов.

На фиг.2 изображен вид сигнала с датчика оборотных импульсов, возникающий при последовательном прохождении оборотов, преобразованный с использованием аппаратно-программного устройства.

40 На фиг.3 изображен вид сигналов, поступающих с двух малоинерционных датчиков давления, которые установлены над рабочей лопаткой при последовательном прохождении двух соседних каналов, и преобразованных с использованием аппаратно-программного устройства.

45 На фиг.4 изображен вид сигналов, возникающих в датчике полного и датчике статического давления в насадке для определения пульсаций скорости, преобразованных с использованием аппаратно-программного устройства.

На фиг.5 изображен вид сигнала с импульсного датчика частоты следования лопаток рабочего колеса компрессора, возникающий при последовательном прохождении двух соседних лопаток и преобразованный с использованием аппаратно-программного

50 устройства.

Аппаратно-программное устройство для многоканального преобразования и регистрации аналоговых сигналов, схема которого изображена на фиг.1, содержит датчики 1-12 аналоговых сигналов, блок 13 задания частоты дискретизации преобразования

поступающих сигналов, блок 14 регулирования уровня преобразования сигнала для каждого канала, блок 15 перевода электрических сигналов в физические величины, блок 16 наблюдения за преобразованными сигналами, блок 17 точности преобразования сигнала, блок 18 продолжительности преобразования сигнала, блок 19 отключения неиспользуемых каналов, блок 20 регистрации сигналов, блок 21 синхронизации аналоговых сигналов. При этом датчики аналоговых сигналов 1-12 соединены с блоком 13 задания частоты дискретизации преобразования поступающих сигналов, с блоком 14 регулирования уровня преобразования сигнала для каждого канала, а также с блоком 15 перевода электрических импульсов в физические величины и с блоком 16 наблюдения за преобразованными сигналами, с блоком 17, задающим точность преобразования, который, в свою очередь, связан с блоком 18 продолжительности преобразования и с блоком 19 отключения неиспользуемых каналов, а также с блоком 20 регистрации сигналов и блоком 21 синхронизации сигналов.

Аппаратно-программное устройство для многоканального преобразования аналоговых сигналов работает следующим образом:

Перед началом работы устанавливают параметры производимого преобразования, такие как частота дискретизации, количество точек в реализациях, количество знаков после запятой в числах после преобразования. Начало работы блоков, подключенных к компьютеру, осуществляют нажатием клавиши "пуск", после чего производят просмотр визуализированных сигналов с подключенных измерительных электрических приборов. В случае необходимости производят изменение уровня сигнала и соответствующее изменение настройки шкал в окнах осциллографа (на схеме не показан). В соответствии с задачами, решаемыми при проведении исследований и характером регистрируемых процессов, выбирают режим производства преобразования сигналов, отвечающий требованиям:

- учитывают или не учитывают постоянную составляющую;
- учитывают или нет коэффициенты, преобразующие электрические сигналы в физические величины;
- производят переключение уровня сигнала.

Запись файла производят в программе Microsoft Excel в режиме диалога.

Заявляемое аппаратно-программное устройство для многоканального преобразования и регистрации аналоговых сигналов с использованием готовых аналого-цифровых преобразователей и персонального компьютера для синхронного многоканального преобразования и регистрации аналоговых сигналов для их последующей вторичной обработки позволяет производить построения изолиний давления в проточной части компрессора для исследования нестационарной структуры потока. При этом параллельно расширяют частотный диапазон системы измерений. Также данное устройство позволяет производить исследования структуры потока в компрессорах, имеющих высокую частоту вращения и высокую частоту следования лопаток. Причем оно превосходит использовавшиеся ранее устройства регистрации аналоговых данных, например, с помощью аналогового магнитного многоканального устройства и обработки полученных данных с помощью специальной ЭВМ, по диапазону рабочих частот превышающих более чем в 25 раз и во столько же раз превышающих по точности преобразования аналоговых сигналов, и при этом цифровую многоканальную регистрацию сигналов любых электрических датчиков производят синхронно.

Формула изобретения

Аппаратно-программное устройство (АПУ) для многоканального преобразования и регистрации аналоговых сигналов, включающее источник сигнала, цифровой преобразователь сигнала, блок визуализации преобразованного сигнала, блок регистрации преобразованного сигнала, блок вторичной обработки, отличающееся тем, что оно снабжено для всех каналов блоком задания частоты дискретизации преобразования поступающих сигналов, блоком регулирования уровня преобразования сигнала для

каждого канала, блоком перевода электрических сигналов в физические величины, блоком наблюдения за преобразованными сигналами, блоком точности преобразования сигнала, блоком продолжительности преобразования сигнала, блоком отключения неиспользуемых каналов, блоком регистрации сигналов, блоком синхронизации аналоговых сигналов, при
5 этом блок регулирования уровня сигналов для каждого канала соединен с блоком изменения частоты дискретизации преобразования, который соединен с блоком наблюдения за сигналами и блоком отключения неиспользованных каналов, при этом блок точности преобразования сигналов соединен с блоком задания продолжительности преобразования сигналов, причем блок перевода электрических сигналов в физические
10 величины соединен с блоком регистрации сигналов и блоком синхронизации аналоговых сигналов.

15

20

25

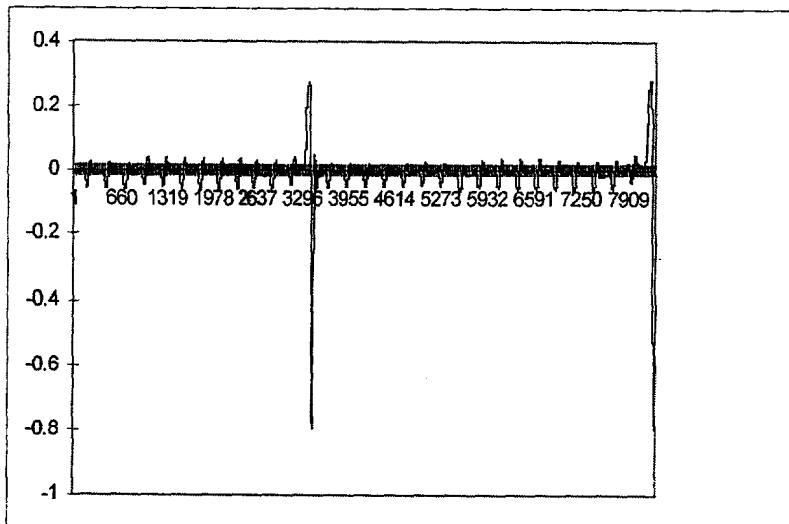
30

35

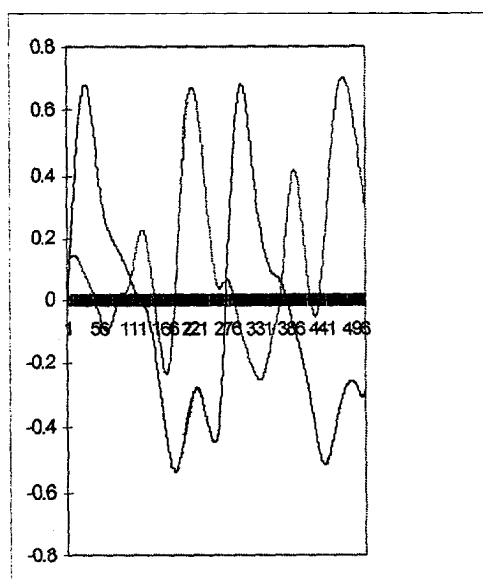
40

45

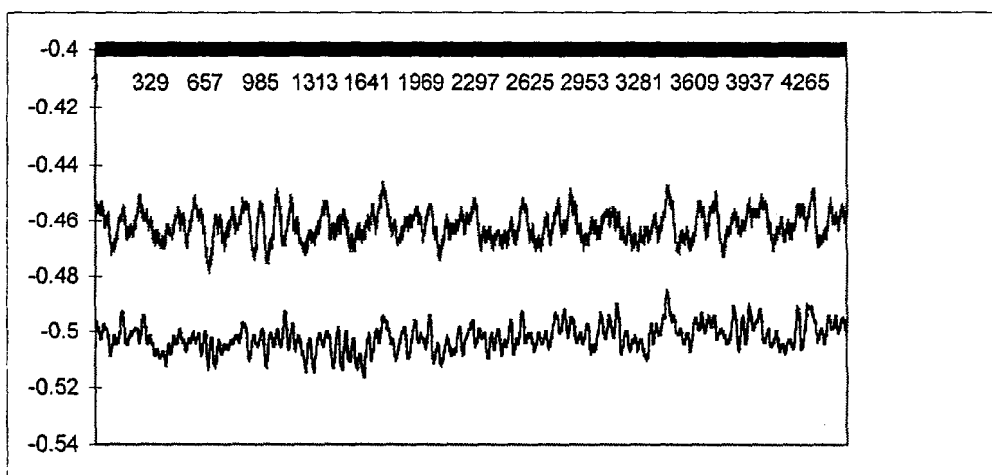
50



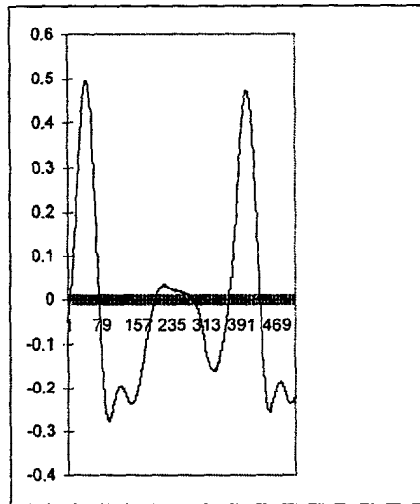
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5