

**УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

На правах рукописи

УДК 681.31.: 518.5

РАХИМОВ Бахтияр Саидович

**АЛГОРИТМЫ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ
БЫСТРЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ УОЛША**

**Специальность 05.13.13 - “Вычислительные машины, комплексы,
системы и сети”**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук**

Ташкент – 2006

Работа выполнена на кафедре «Информационные технологии» Ташкентского университета информационных технологий (ТУИТ) и на кафедре «Информатика и информационные технологии» Ургенчского филиала ТУИТ.

Научный руководитель:

Официальные оппоненты

Ведущее предприятие:

Защита диссертации
в 10 час на заседании
Ташкентском университете
г. Ташкент ул. Амир Тему

С диссертацией
университета информатики

Автореф

Ученый секретарь
специализированного совета
доктор технических наук

A | A | 2428
P271
Рахимов Б.С.
Алгоритмы и выч.
средств на основе
2006 Б/У

про цеха
адрес: 583-150000

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность проблемы. Проблема повышения производительности ЭВМ является одной из центральных задач развития средств вычислительной техники. Поиск решений этой проблемы идет в направлении развития принципов параллельной и конвейерной обработки информации, в том числе, построения структур спецпроцессоров. К наиболее перспективным математическим методам повышения производительности специализированных процессоров обработки сигналов относятся такие, которые позволили бы использовать только линейные арифметические и логические операции. С этой точки зрения наиболее полно удовлетворяют математические методы, основанные на разложении по системам базисных функций Уолша. Наличие быстрых алгоритмов вычисления спектральных коэффициентов и реализации обратных преобразований, достаточная для технических приложений сходимость, возможность получения производных от них базисных систем путем дополнительного преобразования, простота оценки сложности схемы и её быстродействия служили основой для широкого применения базиса Уолша в задачах цифровой обработки сигналов (ЦОС). Целесообразность применения алгоритмов быстрых преобразований Уолша (БПУ) обусловлена прежде всего технической реализуемостью, достаточно широким классом аппроксимируемых спецпроцессоров по заданным внешним характеристикам.

Проблемам разработки алгоритмических и аппаратных средств, основанных на применении спектральных методов, ориентированных на цифровую обработку, посвящены работы ученых В.Б.Смолова, Б.Т.Поляка, А.М.Трахтмана, И.М.Соболя, Л.Рабинера, П.М.Чеголина, Т.Ф.Бекмуратова, М.М.Мусаева, Р.Х.Садыхова, С.Ф.Свинина, Х.Н.Зайнидинова, А.Ахмеда, К.В.Рао и других.

Актуальность задачи разработки алгоритмических и процессорных средств на основе БП Уолша подкрепляется многими практическими приложениями: радиолокация, геофизика, сейсмология, обработка изображений, фильтрация и многими другими.

Целью диссертационной работы является разработка быстродействующих алгоритмических и процессорных средств на основе кусочно – полиномиальных базисов Уолша.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- исследование особенностей и возможностей спектральных методов на основе кусочно – полиномиальных базисов;
- анализ способов вычисления спектральных коэффициентов в базисах Уолша и разработка аппаратно-ориентированного алгоритма вычисления коэффициентов в базисах J-функций;

- разработка структур быстродействующих спецпроцессоров на основе быстрых преобразований Уолша в кусочно – полиномиальных базисах;
- разработка алгоритмов и программных средств для исследования и моделирования процессов обработки сигналов в базисах Уолша.

Методы исследования. Теоретическую основу проведенных исследований составляют теория функционального анализа, теория ортогональных рядов, вариационно – разностные методы, обобщенные спектральные методы, теория рядов и матриц, а также теория параллельных вычислительных процессов.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.

Диссертационная работа выполнена в рамках ГНТП - 20 «Разработка современных информационных систем, средств управления, баз данных и программных продуктов, обеспечивающих широкое развитие информационных и телекоммуникационных технологий» и ГНТП - 14 «Разработка современных информационных систем, интеллектуальных средств управления и обучения, баз данных и программных продуктов, обеспечивающих широкое развитие и внедрение информационных и телекоммуникационных технологий».

Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что:

- в результате анализа базисных функций Уолша выявлены недостатки существующих базисов и показаны возможности эффективного применения базиса J – функций;
- разработан аппаратно-ориентированный алгоритм вычисления коэффициентов в базисах J-функций;
- предложены быстродействующие структуры специализированных процессоров, выполняющие БП в кусочно-полиномиальных базисах Уолша.

Практическая ценность работы заключается в следующем:

- предложена методика создания различных вариантов структур быстродействующих спецпроцессоров в кусочно – полиномиальных базисах Уолша;
- предложенные структуры спецпроцессоров позволяют получить большую точность и экономию памяти коэффициентов за счет использования базиса J-функций;
- разработана программная система, защищенная патентом Республики Узбекистан, для моделирования и исследования процессов быстрых спектральных преобразований в кусочно-полиномиальных базисах;

- разработанные автором вычислительные средства могут быть эффективно применены в задачах анализа, обработки и восстановления экспериментальных данных.

На защиту выносятся:

1. Аппаратно – ориентированный алгоритм вычисления спектральных коэффициентов в кусочно – полиномиальных базах Уолша.
2. Структуры быстродействующих спецпроцессоров, выполняющие быстрые преобразования в базах J – функций.
3. Программная система моделирования и анализа процессов быстрых преобразований в кусочно – полиномиальных базах.

Внедрение результатов работы. Теоретические и практические результаты диссертационной работы внедрялись в закрытом акционерном обществе (ЗАО) «УздЭУ авто» и в лаборатории Узбекского республиканского научно – технологического комплекса «Фан ва таракийёт», что подтверждается соответствующими актами о внедрения. Предполагается дальнейшее внедрение результатов диссертационной работы в учебный процесс на кафедре «Информационные технологии» Ташкентского университета информационных технологий и на кафедре «Информатика и информационные технологии» Ургенчского филиала ТУИТ.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на:

- международном семинаре «The opportunities for Application of Information Technologies for Development of Education and Economic Growth» (Tashkent, July 3-5, 2003 y.);
- XVI – международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях»(Ташкент, 20 – 24 октябрь, 2003 г.);
- международной научно - технической конференции «Инновация-2003» (Ташкент, 23 –24 октябрь, 2003 г.);
- II-международной научно-технической конференции «Высокие технологии и развитие высшего технического образования в XXI веке», (Ташкент, 27-28 апреля 2004 г.);
- международной конференции «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии в науке, технике и образовании», (Ташкент, 28-30 сентября, 2004 г.);
- III всемирной конференции «Intelligent Systems For Industrial Automation» (Tashkent, Uzbekistan, october 12-13, 2004 г.);
- республиканской научно-технической конференции «Ахборот-телекоммуникация технологиялари соҳасида фан, таълим ва ишлаб

- чикариш ҳамда уларни интеграциялаш» (г.Ташкент 31 мая-1 июня 2005 г.);
- республиканской научно-технической конференции «Ахборот-телекоммуникация технологиялари соҳасида фан, таълим ва ишлаб чикариш ҳамда уларни интеграциялаш» (г.Ташкент 31 мая-1 июня 2005 г.);
- республиканской научной конференции «Современное состояние и пути развития информационных технологий» (г.Ташкент 11-13 октября 2006 г.).

Публикации. По результатам выполненных в диссертации исследований опубликовано 18 научных работ, в том числе получены три свидетельства Патентного Ведомства Республики Узбекистан.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав с выводами, заключения, списка литературы, включающего 94 наименований. Основная часть работы изложена на 118 страницах текста. Работа содержит 36 рисунков и 5 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования и дана общая характеристика работы.

В первой главе диссертационной работы исследованы методы аппроксимации функциональных зависимостей системами ортогональных базисных функций Уолша, методы аппроксимации на основе параболических базисных сплайнов, а также структурные методы реализации процессорных средств.

В задачах цифровой обработки сигналов, наряду с традиционным базисом Фурье, использующим комплексные экспоненциальные функции, находят применение базисы спектральных преобразований в обобщенной форме. Из их числа наиболее известным является преобразование Уолша, вследствие простоты базиса, отсутствия операций над комплексными числами и операций умножения, приводящие к простым техническим реализациям быстродействующих спецпроцессоров обработки сигналов и функций.

Функции Уолша, принимающие только два значения (+1 и -1), изменяют их только в двоично-рациональных точках. Широко известны три способа упорядочения этих функций

1) Диадный (по Пэли), определяемый формулой :

$$W_k(x) = (-1)^{(k,i) \bmod 2}, \quad (1)$$

где W_k - обозначение функции Уолша с номером $k = k_1, k_2, \dots, k_p$, $i = i_1, i_2, \dots, i_p$ - номер двоичного отрезка, которому принадлежит аргумент x , а скалярное произведение (k, i) двоичных p - элементных векторов берется с операцией сложения по модулю 2:

$$(k, i) \text{ mod } 2 = k_1 i_1 \oplus k_2 i_2 \oplus \dots \oplus k_p i_p$$

и, следовательно, принимает значения 0 или 1.

Этот способ позволил ввести понятие порядка функции Уолша, как максимального номера разряда, в котором двоичное число k имеет единицу, и понятие ранга, как количества разрядов, в которых k имеет единицу.

2) По Адамару, задаваемый структурами матриц в рекуррентной форме

$$[Had]_p = \begin{bmatrix} Had_{p-1} & Had_{p-1} \\ Had_{p-1} & -Had_{p-1} \end{bmatrix}$$

где $[Had_0] = 1$, $p = 1, 2, \dots$

В этом случае p будет означать минимальный номер разряда, в котором двоичное число k имеет единицу.

3) Секвенциальный [10, 18] - по частотам следования (по Уолшу-Качмажу), где имеет значение число смен знака функций на интервале $[0, 1]$ и последние обозначаются $wal(k, x)$

Известно, что ряд Уолша

$$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} C_k^w W_k(x) \quad (2)$$

могут обеспечить как равномерное (в том числе равномерное наилучшее), так и среднеквадратическое приближение. Все зависит от способа вычисления коэффициентов. Отсутствие «длинных» арифметических операций в выражениях привлекло внимание многих специалистов, работающих в области разработок специализированных процессоров обработки сигналов. Но неоднородность структур специализированных процессоров обработки сигналов, необходимость их перестройки при изменении функции и, самое главное, слабая сходимость рядов по кусочно-постоянным функциям, т.е. необходимость удержания нескольких сотен коэффициентов для многих функций с целью обеспечения погрешностей порядка 0,1 %, привела к тому, что специализированные процессоры обработки сигналов данного направления не получили достаточно широкого распространения.

Поиск методов сокращения объема таблиц коэффициентов, улучшения показателей «гладкости» приближений очевидным образом приводят к системам кусочно-полиномиальных базисных функций более высокой степени. Наиболее просто получаются кусочно-линейные базисные функции

– в результате интегрирования с переменным верхним пределом ортогональных кусочно-постоянных функций Уолша.

Система интегральных функций Уолша (М-функций) определяется как:

$$M_k(x) = \int_0^x W_k(\tau) d\tau, \quad k = 1, 2, \dots \quad (3)$$

Более широкое применение нашла система функций Шаудера

$$shd_k(x) = \int_0^x har_k(\tau) d\tau, \quad k = 1, 2, \dots \quad (4)$$

Во многих практических приложениях, связанных с восстановлением сигналов, возможностей непрерывных кусочно-линейных базисов может оказаться недостаточно, поэтому применяется система J-функций:

$$I_k(x) = \int_0^x M_k(u) du = 2^P \iint_{00}^{xu} W_k(\tau) d\tau du, \quad (5)$$

$$k = 0, 1, \dots; \quad J_k(0) = 0. \quad x \in [0, 1]; \quad u \in [0, 1]$$

Таким образом, для аппроксимации сигналов и функций широко применяются системы кусочно-постоянных ортогональных базисных функций Уолша. Преимущество этих систем – наличие аппаратно-ориентированных алгоритмов для вычисления коэффициентов. Недостаток – плохая сходимость, и следовательно, необходимость запоминания большого объема коэффициентов. Переход к кусочно-линейным (система М-функций) и кусочно-квадратическим базисным функциям (система J-функций) позволяет существенно сократить объем коэффициентов, расширить класс обрабатываемых функций и частотный диапазон обрабатываемых сигналов. Однако, кусочно – квадратические функции Уолша не нашли широкое применение, т.к. не разработаны алгоритмы вычисления коэффициентов в этих базисах.

Вторая глава диссертации посвящена исследованию способов вычисления коэффициентов приближения системами базисных функций Уолша.

Задача приближения функциональных зависимостей ортогональными системами базисных функций в конечном итоге приводится к задаче вычисления коэффициентов. Наличие быстрых алгоритмов вычисления спектральных коэффициентов, а также отсутствие в этих алгоритмах сложных с точки зрения аппаратной реализации операций умножения и

деления позволяет использовать эти алгоритмы в задач цифровой обработки сигналов. Однако, все разработанные алгоритмы быстрых преобразований Уолша основаны на применении кусочно-постоянных базисных функций.

В работе исследованы различные модификации графов быстрых алгоритмов Уолша. Выбор графа существенно влияет на структуру и принципы построения специализированных процессоров. Приведенные графы БПУ с различными способами упорядочения могут быть положены в основу проектирования процессоров как последовательно – параллельного, так и параллельного типа. Известные структуры процессоров пирамидальной и кольцевой структуры с последовательной обработкой слов одноразрядными сумматорами могут быть легко преобразованы в соответствующие структуры с параллельной обработкой слов. При повышенных требованиях по быстродействию и наличию в составе процессора $n/2$ процессорных элементов естественным будет выбор в пользу векторных параллельных вычислений на каждой итерации. Если же структура процессора выбирается на основе компромиссных требований по показателям быстродействия и сложности, то эффективен поточный принцип организации обработки, известный из области процессоров БПФ, причем коэффициент загрузки во времени процессорных элементов с помощью входной буферной памяти может быть в этом случае доведен до 100%.

Формула для прямого дискретного преобразования на основе M -функций имеет следующий вид:

$$C_k = \sum_{i=0}^{n-1} \Delta f_i W_k(x_i) \quad (6)$$

т.е. коэффициенты Уолша, вычисленные для правых конечных разностей 1-го порядка от значений аппроксимируемой функции $f(x)$ в двоично-

рациональных узлах $x_i = \frac{i}{2}$, являются одновременно и коэффициентами

кусочно-линейного инетполянта – конечной суммы ряда по M - функциям. Другими словами, алгоритм быстрого преобразования в базисе M функций отличается от алгоритма быстрого преобразования Уолша (БПУ) тем, что применяется не к вектору отсчетов $\{f_i\}$, а к вектору конечных разностей

$\{\Delta f_i\}$. Другое отличие состоит в том, что постоянный множитель $\frac{1}{2^P}$

присутствует в формуле обратного быстрого преобразования в базисе кусочно-линейных функций, а не прямого. Это свойство имеет определенный смысл, так как позволяет расширить диапазон значений модулей коэффициентов и тем самым повысить точность преобразования, поскольку имеем дело с многократно выполняемыми операциями суммирования – вычитания.

Из изложенного следует, что любому графу БПУ можно сопоставить граф БСП по M - функциям, выполняемый над конечными разностями. Наибольшая экономия коэффициентов получается для функций типа тригонометрических, экспоненциальных и полиномиальных. Применительно к последним замечено «групповое» свойство коэффициентов Уолша, позволяющее простым способом вычислять коэффициенты высших порядков через значения малого числа старших коэффициентов.

В работе предложен новый алгоритм вычисления коэффициентов в базисах J -функций. Он основывается на применении параболического базисного сплайна. Приводятся результаты численных экспериментов по исследованию свойств и аппроксимационных возможностей предложенного алгоритма. Проведенные численные эксперименты позволяют сделать вывод о том, что число нулевых коэффициентов при обработке массивов данных, полученных в результате вибрационных испытаний составляет от 5 % до 15%, а при обработке элементарных функций (а также функций состоящих из комбинаций) этот показатель составляет от 5% до 85%, при значении точности $10^{-4} \div 10^{-6}$.

Таблица 1.

№	Функция	КП	КЛ	КК
1	$y = \sqrt{1 + X}$	46,8%	81,2%	85,6%
2	$y = X * \sin X$	5,4%	28,1%	64,0%
3	$y = e^X$	29,6%	65,6%	85,4%
4	$y = \ln(1+X)$	33,5%	70,3%	81,2%
5	$y = e^{-X}$	39,8%	75,0%	82,4%
6	$y = \sin 2\pi X$	52,3%	59,3%	76,5%
7	<i>Данные вибрационных испытаний</i>	5,6 %	7,0 %	14,7%

КП – базис кусочно-постоянных функций,

КЛ – базис кусочно-линейных функций,

КК – базис кусочно-квадратических функций.

Таким образом, предложенный алгоритм является аппаратно-ориентированным и позволяет применить существующие алгоритмы быстрых преобразований в базисах ортогональных кусочно-постоянных функций для расчета коэффициентов как кусочно-линейных, так и кусочно-квадратических базисах.

Материалы третьей главы включают вопросы разработки быстродействующих спецпроцессоров для выполнения БСП в различных базисах Уолша.

Все методы, используемые при проектировании структур процессоров ЦОС, направлены на достижение ими требуемых характеристик, и в первую очередь, высокой производительности как основного отличительного их признака. Основные особенности процессоров ЦОС по сравнению со структурой микропроцессоров широкого назначения:

- ограниченный набор команд со значительным преобладанием коротких операций, а в ряде случаев – с полным исключением длинных;
- разделение памяти команд и памяти данных, адресных и информационных каналов;
- повышенный уровень параллелизма в исполнении команд, совмещение во времени большого числа фрагментов вычислительного процесса;
- применение буферной памяти данных;
- сокращение затрат времени на распознавание микрокоманд, например, использование принципов обращения только по начальным адресам управляющей памяти, использование ассоциативной памяти и др.;
- аппаратное математическое обеспечение, использование алгоритмов с сокращенным количеством математических операций.

В настоящее время техника процессоров быстрых спектральных преобразований (БСП), под которым понимаются преобразования в обобщенном смысле, т.е. в любом из базисов (Фурье, Уолша, Хаара, числовом, Хармута и др.), достигла высокой степени совершенства.

Модификации графов БСП в кусочно-постоянных и кусочно-линейных базисах определяют разнообразие вариантов структур специализированных процессоров, реализующих алгоритмы преобразований. В работах рассматривающих основные принципы их построения отмечаются возможности работы в РМВ, но не ставится задача достижения предельной производительности и улучшения показателя «производительность / сложность».

В работе приведены последовательная, древовидная, кольцевая, групповая и конвейерная структуры спецпроцессоров для выполнения быстрых преобразований Уолша. В них высокое быстродействие достигается за счёт применения принципов распараллеливания и конвейеризации вычислений. Высокая точность достигается за счет применения кусочно-квадратических базисов Уолша.

Разработана структура спецпроцессора на основе однокристалльного программируемого процессора цифровой обработки сигналов. Путем моделирования с помощью программного симулятора фирмы TEXAS INSTRUMENT показаны возможности выполнения быстрых преобразований в кусочно-постоянных, кусочно-линейных и кусочно-квадратических базисах

Уолша. Полученные результаты показывают возможность применения цифровых процессоров обработки сигналов (ЦПОС) на основе семейства TMS 320.

Четвертая глава диссертации посвящена разработке программного комплекса для исследования процессов быстрых преобразований в кусочно-постоянных, кусочно-линейных и кусочно-квадратических базисах Уолша.

В процессе исследований, проводимой в настоящей работе, разработаны алгоритмы и программы моделирования и анализа процессов обработки сигналов в кусочно – постоянных, кусочно – линейных и кусочно – квадратических базисах Уолша. Программный комплекс написан на языках ассемблера и Delphi 6.0. и защищен соответствующими свидетельствами Патентного Ведомства Республики Узбекистан. Программный комплекс состоит из следующих взаимосвязанных программ:

- программная система моделирования процессов обработки сигналов кусочно-полиномиальными методами - Свидетельство DGU 00750;
- программа обработки данных на цифровых процессорах сигналов TMS320 кусочно-полиномиальными методами - Свидетельство DGU 00636;
- программа для вейвлет анализа сигналов системами кусочных вейвлетов - Свидетельство DGU 01100.

Последние годы ознаменовались рядом важнейших достижений в области разработки алгоритмов ЦОС и их аппаратной и программной реализации, что привело к существенному расширению сферы ее практических применений. Решающую роль в развитии ЦОС сыграло появление однокристалльных программируемых цифровых процессоров сигналов (ЦПС). Появилась возможность реализации сложных алгоритмов обработки на одной плате.

Предложены алгоритмы и программы для исследования и моделирования процессов быстрых преобразований в кусочно – постоянных, кусочно-линейных и кусочно – квадратических базисах Уолша.

Разработаны алгоритмы и программы для аппроксимации функциональных зависимостей параболическими базисными сплайнами на основе локальных формул.

Разработана программа обработки данных на ЦПС семейства TMS 320 кусочно – полиномиальными методами на основе базисов Уолша. Программа написана на специальном ассемблере ЦПС семейства TMS 320.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные теоретические и практические результаты, полученные в настоящей диссертационной работе, заключаются в следующем:

1. Исследованы методы аппроксимации функциональных зависимостей системами базисных функций Уолша и показана необходимость перехода к системам кусочно – полиномиальных базисов по цели улучшения точности аппроксимации и объема памяти для хранения спектральных коэффициентов.
2. Анализированы методы приближения функциональных зависимостей параболическими сплайнами и в виду универсальности и простоты алгоритмов предложены методы на основе параболических базисных сплайнов.
3. В результате анализа структурных методов реализации спецпроцессоров показана эффективность алгоритмических методов для реализации спецпроцессоров быстрых преобразований Уолша.
4. Анализированы способы вычисления коэффициентов в кусочно – полиномиальных базисах Уолша и путём приведения численных экспериментов показаны возможности сжатия информации в этих базисах.
5. Предложен аппаратно – ориентированный алгоритм вычисления коэффициентов в базисах J – функций.
6. Предложены быстродействующие структуры специализированных процессоров, отличающиеся лучшими показателями «точность / производительность».
7. Разработана программная система для исследования и моделирования процессоров быстрых преобразований в кусочно – полиномиальных базисах Уолша, которая защищена патентом Республики Узбекистан.
8. Практические внедрения разработанных вычислительных средств в закрытом акционерном обществе (ЗАО) «УзДЭУ авто К» показали их реализуемость и эффективность в задачах анализа, обработки и восстановления данных.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

I. Монографии и статьи, опубликованные в научных журналах

1. Касымов С.С., Зайнидинов Х.Н., Рахимов Б.С. Аппаратно – ориентированный алгоритм вычисления коэффициентов в кусочно – квадратических базисах. // ДАН РУЗ. 2003. № 3, -С. 18-21.

Автору принадлежит разработка алгоритма в кусочно-квадратических базисах Уолша.

2. Зайнидинов Х.Н., Рахимов Б.С. Взаимосвязь между параметрами локальных сплайнов при их полиномиальной форме и представление в виде базисных функций. //Вестник ТГТУ, Ташкент. – 2003, №2, - с.28-31.

Автору принадлежит анализ полиномиальных и базисных сплайнов и вывод математической зависимости, позволяющий переход из одной формы в другую.

3. Рахимов Б. С. Проектирование спецпроцессоров для обработки сигналов на основе матричной диаграммы занятости. //Научно – технический журнал Ферганского политехнического института. 2003, № 4, - С 31-34.

II. Патенты на изобретения и авторские свидетельства:

4. Зайнидинов Х.Н., Касымов С.С., Рахимов Б.С. Программа обработки данных на цифровых процессорах сигналов TMS 320 кусочно-полиномиальными методами. //Свидетельство Республики Узбекистан DGU 00636. Оpubл. в Б.И. 2003. – N3.

Автору принадлежит разработка алгоритмов и программ обработки данных на цифровых процессорах сигналов кусочно-полиномиальными методами, основанными на применении функций Уолша.

5. Зайнидинов Х.Н., Касымов С.С., Рахимов Б.С. Программная система моделирования процессов обработки сигналов кусочно-полиномиальными методами //Свидетельство Республики Узбекистан DGU 00750. Оpubл. в Б.И. 2004. – N2.

Автору принадлежат программные модели процессов обработки сигналов с помощью кусочно-полиномиальных базисов Уолша.

6. Зайнидинов Х.Н., Касымов С.С., Рахимов Б.С., Стешенко В.В. Программа для вейвлет анализа сигналов // Свидетельство Патентного Ведомства Республики Узбекистан. DGU 01100.

Автору принадлежит разработка алгоритмов для вейвлет-анализа сигналов.

III. Статьи, опубликованные в научных сборниках, материалы и тезисы докладов конференций:

7. Касымов С.С., Зайнидинов Х.Н., Рахимов Б.С. Применение базисных сплайнов для предварительной обработки экспериментальных данных //Тезисы докл. XVI - Международная научная конф., Санкт - Петербург, 2003.

Автору принадлежит идея применения параболических базисных сплайнов для расширения возможностей быстрых преобразований Уолша

8. Kasymov S.S., Zaynidinov H.N., Rahimov B.S. Methods of the organization of parallel computing structures and processes on the basics of basic

splines //Proceedings of the 1st Seminar «The opportunities for Application of Information Technologies for Development of Education and Economic Growth». Tashkent, July 3-5, 2003., p. 97-98.

Автору принадлежит идея распараллеливания вычислений при использовании параболических базисных сплайнов

9. Kasymov S.S., Zaynidinov H. N., Rahimov B.S., Malikova N.T. Program system of modeling of processes of processing and restoration of dependences by piece-polynomial methods //Proceedings of third World Conference On Intelligent Systems For Industrial Automation. Tashkent, Uzbekistan, October 12-13, 2004, p. 113-115.

Автору принадлежит разработка алгоритмов и программ для обработки и восстановления функциональных зависимостей кусочно-полиномиальных на основе функций Уолша.

10. Зайнидинов Х.Н., Рахимов Б.С. Особенности построения полиномиальных и базисных сплайн-функций по экспериментальным данным. //Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Межвузовский сб. научн. трудов. Ташкент. –2003, вып.1., с. 73-75.

Автору принадлежит идея построения параболических базисных сплайнов по экспериментальным данным

11. Зайнидинов Х.Н., Рахимов Б.С. Оценки погрешностей при приближении функциональных зависимостей параболическими сплайнами //Тезисы докл. XVI - Международная научная конф., Санкт - Петербург, 2003.

Автору принадлежит вывод формулы и расчет значений погрешностей при приближении функциональных зависимостей параболическими базисными сплайнами.

12. Зайнидинов Х.Н., Рахимов Б.С. Особенности проектирования спецпроцессоров быстрых преобразований в кусочно – квадратических базисах Уолша //Тезисы докл. Сб. науч. статей., Ташкент – 2003 г., -С 307-308.

Автору принадлежит методика проектирования спецпроцессоров для выполнения быстрых преобразований в кусочно-полиномиальных базисах Уолша.

13. Рахимов Б.С. Применение кусочно – постоянных, кусочно – линейных и кусочно – квадратических базисных функций Уолша для спектральной обработки сигналов. // Тезисы докл. Сб. науч. статей., Ташкент – 2003 г., -С 319-320.

14. Зайнидинов Х.Н., Рахимов Б.С. Маликова Н.Т. Компьютер графикасида сплайнларни қўлланилиши //«Қадрлар тайёрлаш миллий дастури асосида муҳандис педагоглар тайёрлаш истиқболлари» илмий-назарий анжуман материаллари 16-17 январь 2004 й. Тошкент. 148 бет.

Муаллиф ушбу мақолада парабolik базисли сплайнларни компьютер графикасида қўлланиладиган силлиқ эгри чизиқларни аппроксимациялаш учун ишлатиш масалаларини ёритиб берган.

15. Зайнидинов Х.Н., Рахимов Б.С. Алгоритм вычисления спектральных коэффициентов в кусочно-квадратических базисах Уолша //Материалы международной конференции «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии в науке, технике и образовании», 28-30 сентября, Ташкент, 2004, С.200-203.

Автору принадлежит аппаратно-ориентированный алгоритм вычисления коэффициентов в кусочно-квадратических базисах Уолша

16. Зайнидинов Х.Н., Рахимов Б.С. Программная система для исследования процессов быстрых преобразований в кусочно-полиномиальных базисах Уолша //Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции «Ахборот-телекоммуникация технологиялари соҳасида фан, таълим ва ишлаб чиқариш ҳамда уларни интеграциялаш», 31 мая-1 июня 2005.Ташкент, - с.264-266

Автору принадлежит разработка алгоритмов быстрых преобразований Уолша и их программная реализация на языке высокого уровня Delphi

17. Рахимов Б. С. Кусочно – полиномиальные методы на основе функций Уолша. //Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Межвузовский сб. научн. трудов. Ташкент. –2006, вып.1., с. 42-43.

18. Зайнидинов Х.Н., Хамдамов У.Р., Рахимов Б. С. Программный комплекс для обработки одномерных и многомерных геофизических сигналов в кусочно – полиномиальных базисах. //Совместный выпуск по материалам республиканской научной конференций «Современное состояние и пути развития информационных технологий» 11-13 октября 2006 г, г.Ташкент, с.205-207

Автору принадлежит разработка алгоритмов обработки одномерных и многомерных сигналов в кусочно-полиномиальных базисах Уолша.

**Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор
Б.С. Рахимовнинг 05.13.13 – “Ҳисоблаш машиналари, мажмуалари
тизимлари ва тармоқлари” ихтисослиги бўйича “Уолш тез
ўзгартиришлари асосидаги алгоритмлар ва ҳисоблаш воситалари”
мавзусидаги диссертациясининг
РЕЗЮМЕСИ**

Таянч сўзлар: базисли функциялар, M - функциялар базиси, J - функциялар базиси, бўлак – ўзгармас базислар, бўлак – чизикли базислар, бўлак – квадратик базислар, спектрал коэффицент, Уолш тез ўзгартиришлари, тез ўзгартириш графлари, моделлаштириш, бўлак – полиномиал базислар, сплайн, базисли сплайн, локал формула.

Тадқиқот объектлари: Уолшнинг бўлак – ўзгармас, бўлак – чизикли ва бўлак – квадратик базислари, параболик базисли сплайнлар, вибросигналлар.

Ишнинг мақсади: Уолшнинг бўлак – полиномиал базислари асосида сигналларни рақамли қайта ишловчи тезкор алгоритмик ва процессор воситалари яратиш.

Тадқиқот усуллари: Олиб борилган тадқиқот усулларига функционал анализ назарияси, ортогонал қаторлар назарияси, умумлашган спектрал усуллар, қаторлар ва матрицалар назарияси, параллел ҳисоблаш жараёнлари назариялари қиради.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Уолш базисли функцияларини таҳлил қилиш натижасида мазкур базисларнинг камчиликлари аниқланди ва J – функциялар базисини самарали ишлатиш имкониятлари кўрсатилди; J – функциялар базисида коэффицентларни ҳисоблашнинг аппаратга йўналтирилган алгоритми ишлаб чиқилди; Уолш бўлак – полиномиал базисларида тез ўзгартиришларни бажарувчи махсус процессорларнинг структуралари таклиф қилинди.

Амалий аҳамияти: Уолш бўлак – полиномиал базисларида тез ўзгартиришларни бажарувчи махсус процессор воситаларининг турли хилдаги структуралари таклиф қилинди; Уолш бўлак – полиномиал базисларида сигналларни қайта ишлаш жараёнларини моделлаштириш ва таҳлил қилиш учун дастурий тизим яратилди.

Тадбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: Диссертация ишининг амалий ва назарий натижалари “УзДЭУ авто К” ёпиқ акционерлик жамиятида ва Ўзбекистон Республикаси «Фан ва тараққиёт» илмий технологик комплексида тадбиқ қилинган. Жами иқтисодий самарадорлик йилига 15 млн. 110 минг сўмни ташкил қилади.

Кўлланиш соҳаси: Диссертация ишида яратилган ҳисоблаш воситалари сейсмология, экологияда сигналларни қайта ишлаш ва тиклашда, шунингдек вибратион синовларнинг натижаларини қайта ишлаш масалаларини ҳал қилиш учун ҳам ишлатилиши мумкин.

РЕЗЮМЕ

диссертации Б.С. Рахимова на тему “Алгоритмы и вычислительные средства на основе быстрых преобразований Уолша” на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.13 – “Вычислительные машины, комплексы системы и сети”

Ключевые слова: базисная функция, базис М-функций, базис J-функций, кусочно-постоянный, кусочно-линейный, кусочно-квадратический базис, спектральный коэффициент, быстрое преобразование Уолша, граф быстрого преобразования, моделирование, кусочно-полиномиальный метод, сплайн, базисный сплайн, локальная формула.

Объекты исследования: кусочно-постоянные, кусочно-линейные и кусочно-квадратические базисы Уолша, параболические базисные сплайны, вибрационные сигналы.

Цель работы: разработка быстродействующих алгоритмических и процессорных средств цифровой обработки сигналов на основе кусочно – полиномиальных базисов Уолша.

Методы исследования: теоретическую основу проведенных исследований составляют теория функционального анализа, теория ортогональных рядов, обобщенные спектральные методы, теория рядов и матриц, а также теория параллельных вычислительных процессов.

Полученные результаты и их новизна: в результате анализа базисных функций Уолша выявлены недостатки существующих базисов и показаны возможности эффективного применения базиса J – функций; разработан аппаратно-ориентированный алгоритм вычисления коэффициентов в базисах J-функций; предложены быстродействующие структуры специализированных процессов, выполняющие БП в кусочно-полиномиальных базисах Уолша.

Практическая значимость: предложены различные структуры быстродействующих спецпроцессоров в кусочно – полиномиальных базисах Уолша; разработана программная система для моделирования и исследования процессов быстрых спектральных преобразований в кусочно-полиномиальных базисах Уолша.

Степень внедрения и экономическая эффективность: теоретические и практические результаты диссертационной работы внедрялись в закрытом акционерном обществе (ЗАО) «УзДЭУ авто К» и в научной лаборатории Узбекского Республиканского научно – технологического комплекса «Фан ва таракиёт». Суммарный экономический эффект составляет 15 млн. 110 тыс. сум в год.

Область применения: разработанные в диссертационной работе вычислительные средства могут быть использованы в сейсмологии, экологии для обработки и восстановления сигналов, а также для решения задач обработки результатов вибрационных испытаний.

RESUME

of the dissertation of B. S. Rakhimov on the theme: "Algorithms and computing means on the basis of fast transformations Walsh" on competition of a scientific degree of the candidate of technical science on a specialty 05.13.13 – "Computers, complexes of system and a network"

Keywords: basic function, basis of M - functions, basis of J - functions, piece - constant, piece - linear, piece - quadratic basis, spectral factor, fast transformation Walsh, columns of fast transformation, modeling, piece - polynomial a method, a spleen, a basic spleen, the local formula.

Objects of research: piece-constant, piece-linear and piece - quadratic Walsh bases, parabolic basic spleens, vibrating signals.

The purpose of work: development of high - speed algorithmic and processor means of digital processing of signals on the basis of piece - polynomial Walsh bases.

Methods of research: the Theoretical basis of the lead researches are made with the theory of the functional analysis, the theory of the orthogonal numbers, the generalized spectral methods, the theory of numbers and matrixes, and also the theory of parallel computing processes.

The received results and their novelty: As a result of the analysis of basic Walsh functions lacks of existing bases are revealed and opportunities of effective application of basis J - functions are shown; the hardware - focused algorithm of calculation of factors in bases of J - functions is developed; the high-speed structures of specialized processes which are carrying out fast transformation in Walsh bases piece-polynomial are offered.

The practical importance: various structures high-speed special processors in piece - polynomial Walsh bases are offered; the program system is developed for modeling and research of processes of fast spectral transformations in piece - polynomial Walsh bases.

Degree of introduction and economic efficiency: Theoretical and practical results of dissertational work took root in the closed joint-stock company (JSC) "Uz DAEWOO auto company" and in scientific laboratory Uzbek Republican scientifically - a technological complex the "Science and fulfillment". Total economic benefit is made with 15 million 110 thousand sum in a year.

Scope: the computing means Developed in dissertational work can be used in seismology, ecology for processing and restoration of signals, and also for the decision of problems of processing of results of vibrating tests.



Подписано к печати 22.11.2006. Формат 60x84 1/16.
Объем 1 п.л. Тираж 100. Заказ № 494.
Отпечатано в типографии ТГТУ. г.Ташкент ул. Талабалар, 54.