



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор
по науке и инновациям
д.т.н., профессор

Прокофьев А.Б.

2017 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу

Пономаревой Ольги Владимировны

«Развитие теории и разработка методов и алгоритмов цифровой обработки
информационных сигналов в параметрических базисах Фурье», представленной на
соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка
информации (в науке и технике)»

Актуальность

Актуальность диссертационной работы для науки и практики обусловлена
особой, очень важной ролью информационных сигналов (ИС) в самом
существовании систем (искусственных и естественных), так как потоки
информации, переносимые ИС, организуют функционирование систем и
управление ими.

На современном этапе развития информационных технологий происходит
интенсивный переход на методы и алгоритмы (МиА) цифровой обработки ИС
(ЦОИС), так как данный вид обработки играет ключевую роль в достижении
высокой эффективности разработки, производства и эксплуатации современных
изделий и систем. В результате наблюдается постоянное расширение как спектра
приложений МиА ЦОИС, так и спектра предметных областей, в которых они
применяются.

Несмотря на многообразие предметных областей и приложений МиА ЦОИС,
можно выделить следующие три основных направления научных и прикладных

имени М.Т. Калашникова
«21» 02 20 17 г.
Вх. № 04/643

Handwritten signature

исследований: классические методы ЦОИС, неклассические методы ЦОИС и вейвлетный анализ.

В диссертации показано, что классические методы ЦОИС сохраняют ведущую роль и эффективность приложений практически во всех предметных областях; спектральные оценки, полученные классическими методами, являются робастными и наиболее эффективными с вычислительной точки зрения за счет применения для вычисления дискретного преобразования Фурье (ДПФ) алгоритмов быстрого преобразования Фурье (БПФ). В то же время классические методы ЦОИС обладают недостатками, которые проявляются в виде эффектов наложения, частотокола, утечки и гребешкового эффекта, и существенно снижают результативность решения задач обработки ИС классическими методами; указанные недостатки вытекают как из природы ДПФ, так и из аналитических и стохастических свойств его базиса – базиса дискретных экспоненциальных функций (ДЭФ).

Можно отметить, что неклассические методы ЦОИС, в принципе создававшиеся как альтернатива классическим методам, требуют больших допущений, чем классические, а получаемые спектральные оценки структурно устойчивы только для ограниченного класса стационарных ИС.

Вейвлетный анализ, расширивший аппарат информационных технологий, во многом основан на интуиции и опыте исследователя и не является универсальным методом решения задач обработки ИС, его не следует рассматривать как замену классическим методам, результаты которых значительны и, что важно, проверены временем.

Таким образом, проблема развития теории ЦОИС в базисе Фурье, разработки новых и совершенствования существующих МиА ЦОИС в параметрических базисах Фурье, обладающих функциональными возможностями по подавлению эффектов наложения, частотокола, утечки и гребешкового эффекта во временной, частотной и корреляционной областях, является актуальной научной проблемой, имеющей важное хозяйственное значение. Решение этой проблемы позволяет обеспечить выполнение современных требований к эффективности и качеству создаваемых изделий и технических систем различного назначения, достичь надежности их функционирования.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, и 3 приложений. Общий объем работы – 357 страниц, включая 93 рисунка и 5 таблиц.

Во введении (страницы 6-21) определены области и основные направления исследований, обоснована важность и актуальность темы диссертационной работы, определены объект и предмет исследования; сформулирована цель работы, основные решаемые задачи и положения, выносимые на защиту; дана

характеристика научной новизны, практической значимости, достоверности и обоснованности, полученных в диссертационной работе результатов и выводов, а также их апробации и публикации в научных изданиях.

В первой главе «Цифровая обработка информационных сигналов. Состояние проблемы и задачи исследования» (страницы 22-55) рассмотрены ИС различной природы и различной формы представления. Показаны области приложений МиА ЦОИС в различных предметных областях. Предложена обобщенная математическая частотная модель ИС, полученная путем обобщения математических частотных моделей ИС, применяемых в различных предметных областях. Рассмотрены вопросы цифровой обработки случайных ИС, обоснованы способы (принципы) измерения их теоретико-вероятностных характеристик. Сформулирована проблема развития теории ЦОИС и разработки МиА ЦОИС в параметрических базисах Фурье, предложена обобщенная системная модель сформулированной проблемы и рабочая гипотеза ее решения.

Во второй главе «Теоретические основы и методы цифровой обработки информационных сигналов в параметрических базисах Фурье» (страницы 56-132) излагаются теоретические основы и методы ЦОИС со скрытыми периодичностями на конечных интервалах в параметрических дискретных базисах Фурье. В главе исследованы аналитические свойства следующих, предложенных автором преобразований: параметрического дискретного преобразования Фурье (ДПФ-П), модифицированного параметрического дискретного преобразования Фурье (МДПФ), скользящего параметрического дискретного преобразования Фурье (СДПФ-П). Даны обобщения алгоритма Герцеля для ЦОИС в параметрических базисах Фурье. В главе рассмотрена и исследована инвариантность скользящего энергетического спектра действительного гармонического ИС в параметрических базисах Фурье.

В третьей главе «Теоретические основы и методы цифровой обработки случайных информационных сигналов в параметрических базисах Фурье» (страницы 133-184) излагаются теоретические основы и методы цифровой обработки случайных (стационарных по А.Я. Хинчину) ИС в параметрических базисах Фурье. Рассмотрены теоретико-вероятностные характеристики случайных ИС, предложены аксиомы их измерения. Предложено аperiodическое дискретное преобразование Фурье (АДПФ), исследованы стохастические свойства ДПФ-П, а также аналитические и стохастические свойства АДПФ.

В четвертой главе «Теоретические основы цифровой обработки мгновенных параметров дискретных информационных сигналов» (страницы 185-220) излагаются теоретические основы цифровой обработки мгновенных параметров дискретных ИС. Исследованы следующие, предложенные автором преобразования: модифицированное дискретное преобразование Гильберта, обобщенное дискретное

преобразование Гильберта, модифицированное обобщенное дискретное преобразование Гильберта.

В пятой главе «Быстрые алгоритмы цифровой обработки информационных сигналов в параметрических базисах Фурье» (страницы 221-260) разработаны быстрые алгоритмы ЦОИС в параметрических базисах Фурье. Предложены быстрые процедуры реализации следующих преобразований Фурье: быстрый алгоритм ДПФ действительных ИС, быстрые алгоритмы ДПФ-П комплексных и действительных ИС (БПФ-П), быстрый алгоритм ДПФ-П ИС большой длительности в реальном масштабе времени.

В шестой главе «Приложения методов и алгоритмов цифровой обработки информационных сигналов в параметрических базисах Фурье» (страницы 261-301) рассмотрены приложения МиА ЦОИС в параметрических базисах Фурье. Приведены результаты апробации и внедрения систем ЦОИС для технических систем различной сложности. Изложена практика разработки виртуальных приборов (ВП) обработки дискретных ИС на конечных интервалах в параметрических дискретных базисах Фурье в программно-инструментальной среде LabVIEW. Дан сравнительный анализ МиА ЦОИС в параметрических базисах Фурье.

В заключении приведены основные научные и практические результаты диссертационной работы.

Список использованных источников включает 235 работ.

В приложениях представлены материалы, поясняющие специфику ЦОИС, приведены частотные модели виброакустических сигналов различных элементов механических систем, а также акты внедрения научных и практических результатов диссертационного исследования.

Анализ содержания диссертации позволяет сделать вывод о достижении поставленной цели и решении основных и частных задач диссертационного исследования.

Научная новизна

Анализ научных результатов диссертации позволяет сделать вывод о том, что автору удалось развить теорию ЦОИС и осуществить разработку новых и совершенствование существующих МиА ЦОИС в параметрических базисах Фурье. Разработанные МиА ЦОИС обладают новыми функциональными возможностями по подавлению эффектов наложения, частотокола, утечки и гребешкового эффекта во временной, частотной и корреляционной областях и обеспечивают выполнение современных требований к эффективности, надежности и качеству создаваемых изделий и технических систем различного назначения.

Возможность решения основных и частных задач диссертационного исследования явилась следствием разработки автором базисных систем ДЭФ-П,

исследования их аналитических и стохастических свойств, разработки МИА цифровой обработки сложных и смешанных ИС в параметрических базисах Фурье, а также предложенной автором концепции их применения.

В результате получены следующие новые научные результаты:

1. Параметрические дискретные преобразования:

- параметрическое дискретное преобразование Фурье;
- модифицированное параметрическое дискретное преобразование Фурье;
- апериодическое дискретное преобразование Фурье;
- обобщенное дискретное преобразование Гильберта и его модификации;
- скользящее параметрическое дискретное преобразование Фурье.
- дискретно-частотное преобразование Фурье.

2. Методы цифровой блочной спектральной обработки информационных сигналов с накоплением.

3. Обобщения дискретного преобразования Гильберта для измерения и обработки мгновенных параметров информационных сигналов и быстрые процедуры их реализации.

4. Обобщенный гребенчатый фильтр.

5. Теоретические основы обработки на конечных интервалах информационных сигналов во временной, корреляционной, частотной и частотно-временной областях в параметрических дискретных базисах Фурье.

6. Быстрые алгоритмы обработки информационных сигналов во временной, корреляционной, частотной и частотно-временной областях в параметрических дискретных базисах Фурье.

В диссертации сформулированы следующие положения, выносимые на защиту:

1. Преобразования для обработки информационных сигналов в корреляционной, частотной и частотно-временной областях:

- параметрическое дискретное преобразование Фурье;
- апериодическое дискретное преобразование Фурье;
- скользящее параметрическое дискретное преобразование Фурье.

2. Преобразования для обработки информационных сигналов во временной области:

- модифицированное параметрическое дискретное преобразование Фурье.
- модифицированное дискретное преобразование Гильберта;
- обобщенное дискретное преобразование Гильберта;
- модифицированное обобщенное дискретное преобразование Гильберта.

3. Методы цифровой блочной обработки с накоплением.

4. Обобщение структуры гребенчатого фильтра.
5. Эффект неинвариантности энергетического спектра действительных гармонических сигналов в классическом и параметрических базисах Фурье.
6. Теоретические основы цифровой обработки информационных сигналов во временной, корреляционной, частотной и частотно-временной областях в параметрических дискретных базисах Фурье.
7. Быстрые алгоритмы обработки информационных сигналов во временной, корреляционной, частотной и частотно-временной областях в параметрических дискретных базисах Фурье.

Научные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в более чем 100 печатных работах, среди которых одна монография без соавторов, 27 статей в журналах, входящих в перечень ВАК РФ рецензируемых научных изданий, из которых 6 научных работ выполнены соискателем лично, остальные в соавторстве.

Практическая значимость

Теоретические и прикладные результаты проведенных исследований позволили создать и внедрить соответствующие системы ЦОИС на производственных объединениях «Ижевский механический завод» и «ИЖМАШ», которые обеспечили повышение качества выпускаемой данными объединениями продукции. Научные и прикладные результаты диссертационной работы также апробированы и внедрены: в ОАО «Чепецкий механический завод» при разработке системы «Совершенствование информационно-управляющей системы комплексной безопасности (ИУСКБ)» при выполнении НИР по Федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы по теме «Принципы контроля оптических сред в биологии и экологии с использованием методов обработки результатов измерений на основе квантификационных моделей»; при реализации Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации»; в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова».

Внедрение результатов научных и прикладных исследований подтверждено соответствующими актами.

Достоверность и обоснованность

Достоверность и обоснованность полученных в диссертационной работе результатов и выводов обеспечены строгими математическими доказательствами аналитических и стохастических свойств разработанных преобразований дискретных ИС и доказательством существования быстрых алгоритмов их реализации; подтверждены сопоставлением результатов теоретических исследований с экспериментальными данными, полученными путем

моделирования и в условиях производства. Достигнутые результаты проведенных соискателем исследований развивают теорию ЦОИС объектов различного назначения, дополняют современные научные представления и данные отечественных и зарубежных информационных источников.

Полученные научные и практические результаты подтверждаются их представительным обсуждением в научных изданиях и выступлениях на 38 научных конференциях международного и российского уровней. Научно-технические решения, полученные в результате диссертационного исследования, внедрены в производство.

Соответствие специальности

Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике):

пункт 1. – Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

пункт 2. - Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

пункт 4. – Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации»,

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации, в нем с достаточной полнотой изложены основные идеи и выводы диссертации, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость приведенных результатов исследований. Приведенный список публикаций автора отражает основные научные результаты диссертации. Стиль изложения диссертации и автореферата в целом соответствует нормам научной лексики.

Ценность, полезность и значимость результатов диссертационной работы

Ценность, полезность и значимость результатов диссертационной работы заключается в развитии автором диссертационного исследования теории ЦОИС, разработке Пономаревой О.В. новых и совершенствовании существующих методов, алгоритмов и средств их цифровой обработки в параметрических дискретных базисах Фурье, обладающих функциональными возможностями по подавлению эффектов наложения, частотола, утечки и гребешкового эффекта во временной, частотной и корреляционной областях, что играет ключевую роль в повышении эффективности, надежности и качества систем виброакустического диагностирования объектов, компьютерной медицинской диагностики, пассивной и активной гидролокации, систем связи, телекоммуникационных систем, систем

управления, а также при решении задач синтеза и приема многочастотных широкополосных сигналов.

Замечания по диссертации

1. Автору следовало бы более полно отразить результаты сравнительного анализа эффективности используемых в настоящее время методов подавления эффектов наложения, частотола, утечки и гребешкового эффекта во временной, частотной и корреляционной областях.
2. При описании вычислительных экспериментов (страницы 118-119, 125-127, 129) не описаны технические и программные средства, которые использовались в ходе экспериментов.
3. На стр. 136 ошибочно указано, что оценки обладают свойствами эргодичности; свойством эргодичности обладает случайный процесс.
4. В формулах (4.9) (стр.188) в спектральных преобразованиях дважды указан нормирующий множитель.
5. Текст диссертации в некоторой части перегружен описаниями вывода конечных формул, что иногда затрудняет оценку их научного содержания и прикладной сущности.
6. Документы, подтверждающие внедрение результатов в практику деятельности заинтересованных организаций, слишком лаконичны и недостаточно проясняют, за счет чего достигается практическая полезность.
7. В тексте работы встречаются опечатки и стилистические и погрешности, например: фраза *«В зависимости от конкретной предметной области информационные сигналы (ИС), имеют различную природу возникновения»* на странице 22 повторяется на странице 23.

Необходимо отметить, что указанные замечания не изменяют общей положительной оценки диссертационной работы.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Использование результатов диссертационного исследования целесообразно осуществить в рамках организаций занимающихся применением МиА ЦОИС в различных предметных областях: виброакустическое диагностирование объектов, компьютерная медицинская диагностика, пассивная и активная гидролокация, системы связи, телекоммуникационные системы, системы управления, а также при решении задач синтеза и приема многочастотных широкополосных сигналов.

Можно рекомендовать использование результатов в учреждениях высшего образования при подготовке специалистов в сфере информационных технологий.

Заключение

Диссертация Пономаревой Ольги Владимировны «Развитие теории и разработка методов и алгоритмов цифровой обработки информационных сигналов

в параметрических базисах Фурье» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

В работе обоснованы научные положения, выводы и заключения, достоверность и новизна полученных результатов.

Содержание диссертации соответствует поставленной цели исследования.

Некорректных заимствований имеющимися средствами в рассматриваемой диссертационной работе не выявлено.

Основные научные результаты диссертационного исследования получены автором самостоятельно, которые в достаточной мере отражены в публикациях в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней (утверждено Постановлением Правительства РФ № 842 от 24. 09. 2013 в ред. от 02.08.2016г.), которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Пономарева Ольга Владимировна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры информационных систем и технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» «25» января 2017 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой
информационных систем и технологий
ФГАОУ ВО «Самарский национальный
исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»,
заслуженный работник высшей школы РФ,
д.т.н., профессор

С.А. Прохоров

Адрес: Россия, 443086, Самара, Московское шоссе, 34

Тел. 8(846) 2674672

E-mail: sp@smr.ru