



Федеральное  
государственное унитарное предприятие  
**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННОГО  
МОТОРОСТРОЕНИЯ** имени П.И. БАРАНОВА

111116, Москва, Авиамоторная, 2  
Тел.: 8(499)763-57-47; Факс: 8(499)763-61-10;  
E-mail: avim@ciam.ru

От 21.05.18 № 200-08/164  
на № 1205 от 03.05.18

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель генерального директора  
ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» –  
директор исследовательского центра  
«Динамика, прочность, надежность»,  
доктор технических наук, профессор



Ножницкий  
Юрий Александрович

«21» мая 2018 г.

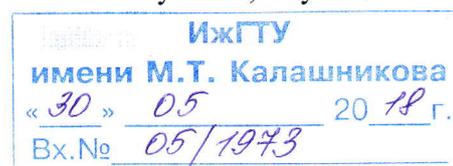
### О Т З Ы В

на автореферат диссертации Пономаревой Натальи Владимировны  
«Компьютерная спектральная обработка музыкально-акустических сигналов на основе параметрического дискретного преобразования Фурье», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике)»

Диссертационная работа Пономаревой Н.В. посвящена внедрению разработанного при ее весомом участии дискретного параметрического преобразования Фурье (ДПФ-П) в практику цифровой обработки музыкально-акустических сигналов (МАС).

Основная проблема, возникающая при обработке данного, реалистически воспринимаемого человеком типа информации, состоит в недостаточности представления музыкального произведения (или его фрагментов) как обычного периодического «физического» процесса, описываемого математически в терминах спектрального анализа «ангармонических» сигналов – суперпозиции гармоник со строгим отношением частот, отклонения от которых воспринимаются как диссонанс. Трудность заключается не только в том, что к гармоническим колебаниям подмешиваются «шумовые» компоненты от ударных, щипковых и т.п. музыкальных инструментов, но и в наличии значительной доли «внефизического» субъективизма при оценке такой важной характеристики МАС, как тембр – определяемого по сложившейся традиции в расплывчатых терминах психоакустики: «сухой», «сочный», «бархатистый», «звонкий», «мягкий» и т.п.

Актуальность темы, при подчеркнутым автором осознании указанной выше трудности, определяется возрастающим в мире интересом к музыкальной акустике, обусловлен-



ным достигнутой для решения ее задач достаточной мощностью современных компьютеров при недостаточной математической формализации описания и обработки сигналов МАС.

Ясно, что решение столь масштабной задачи не может быть осуществлено в рамках одной кандидатской диссертации, поэтому весьма своевременной, отвечающей тенденциям развития информационных технологий, является предпринятая автором сама попытка решения этой задачи на начальной ее стадии, которую можно считать удачной благодаря выбранному методу исследования – параметрическому преобразованию Фурье.

Анализируя прототип ДПФ-П – дискретное преобразования Фурье (ДПФ), автор правильно акцентирует внимание на главный недостаток ДПФ – эффект просачивания (частотокола) – когда спектр амплитуд гармонической компоненты сигнала «рассыпается» в «колокол» из-за нецелочисленности ее безразмерной частоты, что имеет место в подавляющем большинстве практических случаев дискретного спектрального анализа. Устранение этого недостатка осуществляется в работе путем варьирования определяющего ДПФ-П параметра  $\theta$ , принимающего все промежуточные между соседними бинами ДПФ значения безразмерной частоты. Предлагаемые автором при компьютерной реализации обработки сигналов МАС алгоритмы и методы, несомненно, обладают теоретической значимостью и элементами научной новизны (описание эффекта наложения корреляционной функции, обобщение понятия инверсии времени и др.). Практическую ценность представляют собой алгоритмы быстрого ДПФ-П и быстрого дискретного преобразования Гильберта.

При решении поставленных задач автор применяет математический аппарат основных разделов цифровой обработки сигналов (ЦОС) – фурье-анализа и цифровой фильтрации, оперирует понятиями теории музыкальных форм и музыкальной акустики, использует матричное и векторное представление сигналов и спектров. При расчетах и моделировании применяет программную среду проектирования инженерных приложений MATLAB и программу для профессиональной работы со звуком Adobe Audition CS6.

Следует отметить, что разработанные автором методы и алгоритмы ЦОС могут быть востребованы нашим Институтом при выполнении работ по такому важному тематическому направлению, как совершенствование средств и методов динамических измерений и обработки сигналов с целью повышения достоверности исследований в области аэроакустики, актуальных в связи с ужесточением экологических требований к уровню шума разрабатываемых авиационных двигателей и энергетических газотурбинных установок.

К автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. В формуле (6) для импульсной характеристики фильтра  $h(n)$ , по всей видимости, имеется опечатка: должно быть, наверное,  $n=N$  вместо  $h(N) = N$ .

2. В работе подчеркивается, что характерным для благозвучных сигналов МАС является строгое отношение частот соседних гармонических составляющих, в связи с чем возникает вопрос о том, имеется ли принципиальное отличие между рациональными и иррациональными значениями параметра  $\theta$  при использовании их в анализе таких сигналов.
3. В автореферате отсутствует какое-либо упоминание о семействе трапецеидальных окон, характеристики которого подробно описаны в тексте диссертации, что создает впечатление о неуверенном отношении автора к данному методу сглаживания отрицательных эффектов преобразования Фурье.

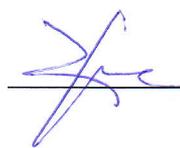
Сделанные замечания не ставят под сомнение достоверность и не снижают ценность полученных в работе результатов, которые в целом можно характеризовать как теоретически обоснованные разработки на базе модернизации фурье-анализа, расширяющие современные представления о сигналах сложной природы с целью решения прикладных задач в области психоакустики и других наук о распознавании аудио-визуальных образов.

Работа выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне и прошла необходимую апробацию. Основные ее результаты изложены в достаточном числе публикаций, включая статьи в журналах, входящих как в перечень ВАК РФ рецензируемых научных изданий, в которых публикуются результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, так и в системы цитирования Scopus и РИНЦ; докладывались и обсуждались в широком кругу специалистов – на всероссийских и международных научно-технических конференциях; подтверждены актом внедрения в учебный процесс.

Автореферат написан ясным научным языком, отражает вынесенные на защиту положения, основные этапы работы, полученные результаты.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что диссертационная работа Пономаревой Н.В. является законченным научным исследованием с перспективой развития заложенных в ней идей и методов, и ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике)».

Старший научный сотрудник Отдела  
динамических измерений и обработки сигналов,  
кандидат технических наук



Ханян Гамлет Сократович

Адрес: 111116, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 2  
Адрес электронной почты: [khanyan@rtc.ciam.ru](mailto:khanyan@rtc.ciam.ru)  
Телефон: +7 (906) 099-99-58