

ОТЗЫВ ОППОНЕНТА

на диссертационную работу **Вознесенского Александр Сергеевича** на тему:
**«Адаптивные численные методы фильтрации и спектрального анализа
нестационарных сигналов на основе частотно-временной
декомпозиции»**,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ»

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время активно совершенствуются и внедряются технологии для голосового (речевого) управления различными системами, улучшения качества голосовой связи в мобильных устройствах, а также повышения безопасности вождения автомобилем, при связи водителя и пассажира и т.п. Кроме того, алгоритмы шумоподавления применяют для анализа сигналов в задачах сейсморазведки, биомедицины, автомобильной и авиационной промышленности и других областях, в задачах, связанных с безопасностью и удобством жизнедеятельности человека.

При этом современная элементная база (прежде всего вычислители) позволяет реализовывать не только более сложные алгоритмы, но и осуществлять групповую обработку сигналов. Последнее имеет место, например, при выделении сейсмических сигналов и локализации очагов землетрясений.

Решением подобных задач занимаются многие предприятия, например, «Alango Technologies» (Израиль, Хайфа; Россия, Санкт-Петербург), «Центр речевых технологии» (Россия, Санкт-Петербург) и другие.

Кроме того, помимо возможности усложнения алгоритмов, появляется возможность адаптивной обработки сигналов с учетом особенностей

формализации конкретной задачи, выбора оптимальной модели и целевой функции.

Таким образом, представленная диссертационная работа Вознесенского А.С. посвященная совершенствованию систем адаптивной обработки сигналов, в том числе с учетом аппаратной реализации алгоритмов, является актуальной.

2. Основные результаты: положения, выносимые на защиту и научная новизна

Автором получены следующие основные результаты, которые выносятся на защиту:

1. Математическая модель банка адаптивных цифровых фильтров на основе алгоритма ITD.

2. Алгоритмы адаптивной очистки сигналов от шума на основе алгоритма ITD.

3. Численный метод спектрального анализа сигналов с использованием спектров Гильберта на основе алгоритма ITD.

4. Алгоритм оптимизации словаря базисных функций для решения задачи разреженной аппроксимации с использованием Matching Pursuit на основе энтропийного критерия.

5. Алгоритм подстройки коэффициентов адаптивного цифрового фильтра в СОК.

Указанные результаты 2-4 можно обобщить как совокупность методов шумоочистки и анализа сигналов.

Полученные в диссертации результаты обладают новизной и представляют научный интерес.

3. Анализ теоретической и практической значимости

Полученные результаты теоретически обоснованы и согласуются с теорией обработки сигналов.

Значительно больший упор в диссертационной работе сделан на практическую реализацию. Практическая ценность результатов диссертационной работы заключается в:

1. Повышении эффективности (уменьшение программно-аппаратных затрат; увеличение быстродействия; улучшение качества очистки сигналов от шума и детализации представления в пространстве время-частота; увеличение помехоустойчивости) систем адаптивной обработки нестационарных сигналов;
2. Разработке комплекса программ для фильтрации сигналов от шума и спектрального анализа сигналов на основе новых численных методов адаптивной обработки нестационарных сигналов.

Новые технические решения диссертации подтверждены актами о внедрении, получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Кроме того результаты диссертационного исследования использованы в проектах, поддержанных РНФ и РФФИ.

4. Степень достоверности и обоснованность научных результатов

Достоверность обусловлена корректностью постановки решаемой задачи, а также подтверждается результатами программно-аппаратного моделирования в среде MATLAB на базе реальных сигналов.

5. Содержание и общая оценка работы

Материал диссертационной работы Вознесенского А.С. изложен логично и хорошо структурирован. В конце каждой главы приведены соответствующие выводы, в которых дана оценка основных полученных результатов.

Актуальность темы диссертации, цель и задачи работы, объект и предмет исследования, научная новизна, практическая значимость полученных результатов, основные положения, выносимые на защиту, сведения о публикациях и апробации результатов исследования, представлены во введении к диссертации.

Первая глава содержит описание применяемых методов. Указаны их общие недостатки.

Вторая глава посвящена математической модели банка адаптивных цифровых фильтров на основе алгоритма ITD. Здесь же, для задачи шумоочистки автором рассматривается алгоритм EITD, представляющий собой алгоритм EEMD, использующий моды, полученные с использованием ITD. Приведено описание алгоритмов, примеры их использования. Представленные результаты численного моделирования на базе реальных сигналов достаточно полно проанализированы. Как следствие, предложенные автором модификации являются обоснованными.

В третьей главе разработан численный метод решения задачи оптимизации словаря алгоритма согласованной подгонки (Matching Pursuit) на основе энтропийного критерия. Данный метод является достаточно требовательным к вычислительным ресурсам, что требует обоснования критерия останова. Автором были рассмотрены различные показатели энтропии и различные вейвлет-базисы.

В четвертой главе разработан алгоритм подстройки коэффициентов адаптивного цифрового фильтра в системе остаточных классов (СОК). В основу данного алгоритма положен итерационный алгоритм. Автором проведен анализ, как самого алгоритма, так и возможности его аппаратной реализации, что, несомненно, представляет практическую ценность.

В заключении представлена характеристика результатов диссертационной работы, соответствующих основным положениям, выносимым на защиту.

6. Публикации и апробация результатов

Основные результаты диссертационной работы отражены в 42 работах. Из них 3 статьи в научных изданиях из перечня ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, а также 28 публикаций, входящих в базы Scopus и Web of Science.

Апробация основных результатов проводилась выступлениями на всероссийских и международных научно-технических конференциях.

Стоит отметить, что в автореферате приведены лишь 17 публикаций автора. Вместе с тем, на портале <https://elibrary.ru> число публикаций автора более 50.

7. Недостатки и замечания по диссертационной работе и автореферату

По содержанию диссертации имеются следующие недостатки и замечания:

1. Первая глава любой диссертационной работы представляет собой обзор существующих в данной области проблем и задач, а также методов для их решения. Однако, автору следовало изложить данный материал несколько иначе, а именно, уменьшить объем, отведенный для описания методов, и дополнить примерами и особенностями применимости этих методов для решения конкретных задач, указав при этом их ограничения и недостатки. Это логично привело бы автора к параграфу, где были бы сформулированы цель и решаемые задачи его исследования, отсутствующему в главе 1. Кроме того, часть текста (порядка 25%) 1-ой главы представляет собой почти дословное воспроизведение известных источников, что несколько бросается в глаза, даже несмотря на указание соответствующих ссылок (в частности п. 1.1.2).

2. Несколько настораживают значения ошибки на уровне 10^{-16} , приведенные на рисунке 2.21, что близко к уровню «машинной погрешности».
3. При фильтрации тестовых сигналов типа «Blocks», показанной в п. 2.2.2, целесообразней выбрать метрику типа $L_p, p \leq 1$, а не среднеквадратичную.
4. При численной демонстрации работы алгоритма согласованной подгонки (3 глава) не указано отношение сигнал/шум анализируемого сигнала, что затрудняет в полной мере оценить качество работы алгоритма.
5. Ряд рассматриваемых алгоритмов представляет собой выполнение различных итерационных процедур. Однако автор почти не уделил внимания анализу критериям останова этих алгоритмов и выбора порядка модели. Хотя от этого, в том числе, зависит качество работы алгоритма.
6. В главе 4 автором показан лишь результат численного моделирования ряда алгоритмов, однако отсутствует описание модели, информация об источнике и коррелированности шума.
7. В заключении автору следовало показательней представить достигнутые результаты, указав больше численных значений, характеризующих «выигрыш» и «качество» методов. Например: «на столько-то дБ», или «больше/меньше во столько-то раз», и т.п. Отчасти это же касается представления результатов численного моделирования на некоторых графиках в тексте диссертации. Например, рис. 4.8, 4.9 следовало представить в полулогарифмическом масштабе.

Указанные замечания не снижают общее положительное впечатление от работы.

8. Заключение

Диссертационная работа Вознесенского Александра Сергеевича является полноценным завершенным научно-квалификационным трудом, в которой решена актуальная задача, обладает научной новизной и имеет высокую практическую значимость.

Работа соответствует паспорту научной специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям п. 9 (абз. 2), 10, 11, 13 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013, а ее автор Вознесенский Александр Сергеевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент,

Ведущий научный сотрудник

АО «Российский институт мощного радиостроения»

Кандидат технических наук

 М.Л. Маслаков

Рабочий адрес: 199178, г. Санкт-Петербург, 11-я линия В.О., дом 66, лит. А,

тел. (812) 328-44-09, доб. 436;


моб. 8-904-611-89-55

e-mail: maslakovml@gmail.com

Подпись Маслакова М.Л. заверяю

Начальник управления по персоналу



 Альбах А.Э.