

## ОТЗЫВ

официального оппонента Абрамова Сергея Степановича на диссертационную работу Душина Сергея Викторовича «Разработка методов повышения эффективности корреляционного принципа компенсационного подавления экосигналов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

### Актуальность темы диссертации

Диссертация С.В. Душина посвящена разработке и исследованию функциональных характеристик алгоритмов адаптивной эхокомпенсации, реализующих корреляционный принцип адаптации.

Необходимость минимизации негативного воздействия встречных сигналов (полезного сигнала встречного направления, сторонних шумов, переходных помех) на работу алгоритмов адаптации устройств компенсации экосигналов возникает в большинстве применений техники компенсации экосигналов. В частности, она возникает при подавлении акустических экосигналов в системах громкой связи, отраженных сигналов в кабельных системах передачи данных и отраженных паразитных радиосигналов и т.д.

На данный момент можно выделить три основных механизма снижения мешающего влияния встречных сигналов. Первый заключается в осуществлении адаптации в моменты времени, когда мешающий сигнал отсутствует или незначителен по уровню. Такой подход возможен и традиционно применяется в телефонных каналах связи и в системах громкой связи, поскольку общение между абонентами подразумевает поочередный обмен фразами. Второй подход заключается в предварительной настройке эхокомпенсатора перед сеансом связи. Такой подход характерен для проводных систем передачи данных, которые характеризуются высокой стабильностью эхотракта. И третий, наиболее сложный в реализации и гибкий в применении способ, - это применение специальных помехоустойчивых алгоритмов адаптации, которые способны обеспечить требуемый в рамках задачи уровень подавления экосигнала при адаптации на фоне непрерывного действия встречного мешающего сигнала. Ярким примером такого рода алгоритмов является корреляционный алгоритм, который обладает высокой помехоустойчивостью, но при этом имеет существенные недостатки, среди которых основным можно считать низкую в сравнении со многими алгоритмами адаптивной фильтрации скорость сходимости.

Вход. № 160/17  
«15» 11 2017 г.  
ПОДПИСЬ

Приведенные положения позволяют сделать вывод о том, что разработка новых алгоритмов, реализующих заложенный в корреляционный алгоритм принцип, является актуальной научной задачей, решение которой позволяет получить новые инструменты при решении задач адаптивной компенсации экосигналов в различных телекоммуникационных технологиях.

### **Структура диссертации и автореферата**

Представленная на отзыв диссертация содержит 199 страниц, из них 162 основного текста, включая 61 рисунок, 28 таблиц, список литературы из 131 наименования и 3 приложения на 36 страницах. Работа обладает внутренним единством, хорошо построена структурно и написана технически грамотным языком. В целом содержание основного текста диссертации соответствует обозначенным во введении цели и задачам исследования.

Автореферат диссертации имеет общий объем 24 страницы и достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Диссертация и автореферат имеют надлежащее оформление и соответствуют требованиям ГОСТ 7.0.11–2011.

### **Новизна проведенных исследований и полученных результатов**

На взгляд оппонента, научная новизна представленной на отзыв диссертационной работы заключается в следующем:

1) Разработан оригинальный алгоритм, реализующий корреляционный принцип адаптации эхокомпенсаторов. Алгоритм обладает конкурентными функциональными характеристиками, в частности, имеет высокую скорость и стабильности сходимости, а также сохраняет присущую корреляционному алгоритму высокую помехоустойчивость.

2) Разработан критерий оценки динамики процесса адаптации эхокомпенсатора и метод управления параметрами алгоритма адаптации, построенный на анализе этого критерия. Примененный подход позволил повысить помехоустойчивость адаптации.

3) Проведено исследование математических основ алгоритмов, реализующих корреляционный принцип. Произведено строгое математическое описание этих алгоритмов с позиций теории оптимального оценивания.

4) Выявлены основные зависимости функциональных характеристик корреляционных алгоритмов от внутренних и внешних факторов (параметры алгоритма, характеристики активного сигнала, характеристик встречного сигнала и т.д.). Произведен анализ этих зависимостей, позволяющий осуществить рациональный выбор параметров алгоритма в реальных условиях эксплуатации.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов,  
рекомендаций и заключений**

Обоснованность и достоверность результатов исследования подтверждаются несколькими фактами.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на 3 научно-технических конференциях, в том числе с международным участием, и опубликованы в 7 научных трудах соискателя в журналах, входящих в перечень ВАК.

В работе корректно использован математический аппарат. Установлена корректная математическая связь между разработанными алгоритмами и фундаментальными основами теории оптимального оценивания. Достаточно подробно и без грубых ошибок приведены математические обоснования наиболее востребованных в задачах эхокомпенсации алгоритмов адаптивной фильтрации.

В работе тщательно и аргументировано проработана методика проведения исследований с использованием компьютерных моделей. В набор используемых импульсных характеристик эхотракта включена импульсная характеристика, рекомендованная ИТУ-Т (рекомендация G.168) для проверки голосовых эхокомпенсаторов.

Основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, представляются достаточно обоснованными, не противоречат фундаментальным основам теории оптимального оценивания и адаптивной фильтрации, а также личному профессиональному опыту оппонента.

**Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики**

Практическая значимость работы заключается в том, что на уровне моделей предложены и исследованы новые помехоустойчивые алгоритмы адаптивной настройки устройств компенсации эха, обладающие конкурентными функциональными характеристиками. Помимо этого, практическую значимость представляют результаты исследования ранее известных и предложенных алгоритмов, полученные результаты могут быть использованы для рационального выбора параметров алгоритмов адаптации в различных применениях.

### **Замечания по диссертационной работе**

1) Основным недостатком диссертационной работы является отсутствие результатов практических экспериментов, полученных в реальных условиях эксплуатации оборудования. Этот недостаток в основном компенсируется предоставленными актами о внедрении результатов работы в практических разработках, а также корректным исследованием компьютерной модели эхокомпенсатора.

2) При сравнительном анализе функциональных характеристик корреляционного алгоритма, который был проведен в третьей главе, проведено исследование только для алгоритма "нормализованный метод наименьших средних квадратов" (НМНСК). Дополнительно к этому следовало бы провести ряд сравнений с такими известными алгоритмами как алгоритм аффинных проекций и алгоритма "рекурсия наименьших квадратов" (РНК).

3) Во второй главе работы довольно подробно рассмотрены математические основы основных алгоритмов адаптивной фильтрации, однако не рассматриваются альтернативные и специфические варианты адаптивной эхокомпенсации, в том числе: инвариантные методы эхокомпенсации, линейно ограниченные алгоритмы адаптации, эхокомпенсаторы на основе лестничных фильтров.

4) В диссертации присутствует некоторая путаница с обозначением параметра адаптации корреляционного алгоритма и МКВС. В случае векторно-матричной записи алгоритмов используется обозначение  $\mu$ , располагающееся в числителе, а при записи уравнения для отдельно взятого отвода используется  $p$ , располагающееся в знаменателе формулы. Несмотря на то, что в необходимых местах есть указание на то, что  $\mu = 1/p$ , а в тексте диссертации есть объяснение наличия двух эквивалентных записей параметра адаптации, следовало выбрать единый стиль для всех вариантов записи алгоритмов.

### **Заключение по диссертационной работе**

В целом, несмотря на отмеченные недостатки и замечания, представленная диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему.

Автореферат достаточно полно отражает содержание основного текста диссертационной работы.

Исследования, приведенные в диссертации, лежат в областях, которые включены в паспорт специальности 05.12.13 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций. В частности, исследование соответствует следующим пунктам: 8. Исследование и

разработка новых сигналов, модемов, кодеков, мультиплексоров и селекторов, обеспечивающих высокую надежность обмена информацией в условиях воздействия внешних и внутренних помех; 11. Разработка научно-технических основ технологии создания сетей, систем и устройств телекоммуникаций и обеспечения их эффективного функционирования.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость полученных результатов считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК, а ее автор Душин Сергей Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент, декан факультета Мобильной радиосвязи и мультимедиа ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (СибГУТИ), доктор технических наук, доцент



С. С. Абрамов

630102, г. Новосибирск, ул. Кирова, 86

Тел./факс 8(383)2698265

Моб. тел. 8-913-927-5175

E-mail: abramov@sibsutis.ru

Личную подпись С.С. Абрамова удостоверяю  
начальник отдела кадров  
организационно-правового управления

Т.И. Конева

