

ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертационную работу Афанасьева Андрея Алексеевича
на тему «Модели и методы анализа и обработки речевого сигнала»,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

На протяжении многих лет в центре внимания исследователей и ученых находится проблема качественной обработки речевого сигнала. При совершенствовании методов его обработки с целью дальнейшей передачи по низкоскоростным каналам связи исследователи решают проблему повышения эффективности функционирования системы, т. е. задачу передачи максимального количества информации наиболее экономным, с точки зрения используемых ресурсов, способом, обеспечивая при этом требуемое качество синтезированного речевого сигнала.

В соответствии с данным направлением исследований соискатель определяет научную проблему своей диссертации как снижение скорости потоков данных речевого сигнала при обеспечении требуемого качества в условиях действия акустических помех, что обуславливает необходимость разработки моделей и методов анализа и обработки речевого сигнала, учитывающих в большей степени особенности формирования речевого сигнала и технологии его представления в системах телекоммуникаций.

Данная проблема заставляет искать в исследуемом объекте параметры и зависимости, учет и использование которых позволит ее разрешить.

Целью диссертационной работы является разработка моделей и методов обработки речевого сигнала в условиях действия акустических помех, обеспечивающих снижение скорости потока данных при заданном качестве речевого сигнала за счет более точного учета особенностей его формирования при существующих технологиях представления в системах телекоммуникаций.

Теория синтеза оптимальных устройств обработки сигналов в условиях априорной неопределенности при изменениях статистических характеристик источника, основанная на теории статистических решений, указывает на возможность разработки таких алгоритмов, основной особенностью которых является обеспечение изменения параметров или структуры объекта управления в соответствии с результатами анализа входных данных.

Среди различных методов обработки речевого сигнала на основе линейного предсказания лидирующее место в настоящее время занимает гибридное кодирование. Однако дальнейшее развитие данного метода сдерживается рядом факторов. Наиболее значимыми среди них следует считать:

- противоречие между локально-стационарным характером используемой модели речеобразования и нестационарностью естественного речевого сигнала;

- независимое представление и кодирование элементов декомпозиции речевого сигнала, к которым относятся параметры передаточной функции голосового тракта человека и сигнал возбуждения фильтра-синтезатора;

- преимущественное использование режима кодирования с постоянной скоростью;

- недостаточная степень адаптации алгоритмов кодирования к характеристикам сегментов речевого сигнала.

Проведенный в работе анализ показал, что существующие системы обработки речевого сигнала не обеспечивают требуемых показателей синтезированной речи при заданных ограничениях на ресурс пропускной способности и условия функционирования. Решение такой задачи автор видит на пути разработки процедур обработки речевого сигнала, сущность которых заключается в том, чтобы в результате анализа текущей информации восстановить недостаток априорных сведений об источнике информации и на этой основе изменить свойства так, чтобы достигнуть наилучших, с точки

зрения скорости кодирования речевого сигнала, показателей работы при введенных ограничениях.

Таким образом, диссертационная работа Афанасьева Андрея Алексеевича, направленная на совершенствование моделей и методов анализа и обработки речевого сигнала, несомненно, является актуальной.

В соответствии с темой исследований сформулирована цель работы, состоящая в разработке моделей и методов обработки речевого сигнала в условиях действия акустических помех, обеспечивающих снижение скорости потока данных при заданном качестве речевого сигнала за счет более точного учета особенностей его формирования при существующих технологиях представления в системах телекоммуникаций.

В качестве первого положения, выносимого на защиту, представлено утверждение о том, что структурно-параметрическая адаптация, отличающаяся от известных учетом особенностей формирования речевого сигнала и технологий его кодирования, позволяет разработать методологию снижения средней скорости передачи данных в канале связи. В диссертации раскрывается данное положение, при этом показана возможность использования структурно-параметрической адаптации системы обработки речевого сигнала с целью улучшения характеристик ее функционирования.

Во втором положении утверждается, что учет зависимости элементов декомпозиции речевого сигнала при построении модели его обработки при низкоскоростном кодировании на основе метода линейного предсказания позволяет осуществить снижение мощности пространства представления сигналов возбуждения. Новизна данного положения определяется учетом взаимозависимости элементов декомпозиции речевого сигнала, к которым относятся векторы параметров, формируемые на этапе анализа речевого сигнала в процедуре линейного предсказания, что отличает разработанную модель от известных решений.

В качестве третьего положения в работе высказывается тезис о том, что

применение полиспектрального анализа при моделировании системы фильтрации речевого сигнала в задаче шумоподавления позволит разработать методы шумоподавления в речевом сигнале для диапазона значений отношения сигнал-шум от 15 до -5 дБ. В работе в рамках данного положения соискатель раскрывает достаточно новый подход к исследованию негауссовских процессов на основе применения полиспектрального анализа.

Четвертое положение, представленное к защите, раскрывает метод выделения сегментов анализа речевого сигнала различной длительности на однородных участках речевого сигнала, позволяющий осуществлять его синтез при фиксированных значениях параметров передаточной функции голосового тракта. Использование данного положения дает соискателю возможность указать пути снижения скорости передачи данных в канале связи при низкоскоростном кодировании речевого сигнала.

В качестве пятого положения выносимого на защиту автор представляет метод обработки речевого сигнала, основанный на учете зависимости элементов его декомпозиции при линейном предсказании. Данный метод позволяющий уменьшить среднюю скорость передачи данных в канале связи при сохранении качественных показателей синтезированного речевого сигнала.

В качестве шестого положения соискатель предлагает метод адаптивной цифровой фильтрации РС в условиях акустического зашумления, отличающийся применением технологий полиспектрального анализа, и позволяющих произвести шумоподавление при отношениях сигнал-шум до $0 \div -5$ дБ. Данный метод является оригинальной авторской разработкой, позволяющей осуществить шумоподавление при различных видах посторонних акустических воздействий.

Также Афанасьев А.А. выносит на защиту алгоритмы анализа и обработки РС, повышающие характеристики функционирования телекоммуникационных устройств в системах инфокоммуникаций в условиях наличия акустических шумов. Эти алгоритмы отличаются от известных учетом особен-

ностей формирования и обработки РС, применением результатов полиспектрального анализа с целью шумоподавления, а также учетом взаимозависимости элементов декомпозиции РС при ЛП. Применение этих алгоритмов устраняет несоответствие между особенностями формирования РС и существующими в современных системах связи технологиями обработки РС. Новизна всех выносимых на защиту и представленных в диссертации технических решений подтверждена патентами Российской Федерации на изобретение в виде соответствующих "способов".

Теоретическая ценность диссертационного исследования определяется развитием методов анализа РС, разработкой моделей и методов его обработки в системах связи в различных условиях функционирования с учетом ограничений на скорость передачи в КС.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в использовании разработанных и запатентованных методов и алгоритмов обработки РС, которые экспериментально проверены с использованием имитационного моделирования в системах связи.

В целом обоснованность научных результатов обеспечивается:

- корректным применением апробированного математического аппарата к теории множеств и теории вероятностей;
- корректностью постановок решаемых задач, вводимых допущений и ограничений, формулировок и выводов;
- использованием имитационного метода моделирования;
- положительными результатами их использования и внедрения.

Достоверность результатов работы и выводов подтверждается:

- непротиворечивостью полученных теоретических результатов ранее известным экспериментальным данным, результатам предшествующих исследований и практике эксплуатации речепреобразующих устройств;

– корректностью поставленных задач, адекватностью применяемых методов исследования к особенностям рассматриваемых задач; вводимых допущений и ограничений, формулировок и выводов;

– согласованностью полученных теоретических оценок с результатами имитационного моделирования.

Анализ полноты содержания диссертации позволяет утверждать, что диссертация Афанасьева А. А. является завершенной научно-квалификационной работой, имеет внутреннее единство и логическую взаимосвязь изложения материала, написана грамотным научным языком и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Содержание представленной диссертации соответствует специальности 05.12.13. – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Представленная работа имеет законченный характер, уровень проведенных исследований является высоким, а полученные результаты полезны для науки и практики. Автором проведен достаточный анализ известных результатов, полученных другими исследователями в данной области, о чем свидетельствует список использованных источников.

Диссертация написана автором единолично, достаточно опубликована и апробирована. Основные положения диссертации опубликованы в 56 печатных работах, включая 12 публикаций в рецензируемых научных изданиях из перечня Минобрнауки РФ, издано учебное пособие (в соавторстве), получено 15 патентов на изобретение, 1 патент на полезную модель.

В диссертации и автореферате приводятся сведения об апробации разработанных алгоритмов и их внедрении при разработке речепреобразующих устройств нового поколения.. Использование результатов работы диссертационного исследования подтверждено актами об их внедрении полученными от в/ч 32152, ФГУП НИИ "КВАНТ", в/ч №56707, НТЦ "Фобос НТ", ООО "Славсервис-Связь; использованы в учебном процессе Академии ФСО Рос-

сии г. Орел, а также от Рязанского государственного радиотехнического университета, г. Рязань.

Содержание автореферата достаточно полно отражает основные научные результаты, изложенные в диссертации. Автореферат оформлен в соответствии с требованиями. Стил ь изложения материала в автореферате позволяет ясно представить сформулированные в диссертации задачи исследования, основное содержание и идеи работы, а также выводы и рекомендации.

К основным недостаткам диссертационной работы необходимо отнести следующие:

1. При решении задачи формирования векторного квантователя сигнала возбуждения речевого сигнала не показано, как осуществлялась процедура определения количества и оценки положения опорных векторов-центроидов в кодовой книге.

2. Отсутствует анализ качества передачи речевого сигнала с использованием разработанной системы кодирования при работе по каналу связи с помехами.

3. В работе недостаточно отражены условия проведения эксперимента по оцениванию качества синтезированной речи и определению заданной скорости кодирования при выполнении соответствующих требований.

Однако указанные недостатки не снижают теоретической и практической ценности полученных результатов.

Диссертация Афанасьева А. А. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно на высоком научном уровне. В работе решена актуальная научная проблема и получены новые научные результаты, имеющие существенное значение для повышения эффективности функционирования систем обработки речевого сигнала.

Диссертация удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор Афанасьев Андрей Алексеевич достоин присуждения ученой степени

доктора технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Официальный оппонент:

Заслуженный работник ВШ РФ,

Академик Международной Академии связи,

Член-корреспондент Академии Военных наук

Заведующий кафедрой РУС РГРТУ

д.т.н., профессор

26 сентября 2018 г.

/ С.Н. Кириллов/

Подпись официального оппонента Кириллова С.Н. заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета РГРТУ

к.т.н., доцент

26 сентября 2018 г.



/В.Н. Пржегорлинский

Сведения о составителе отзыва:

Фамилия, имя, отчество: Кириллов Сергей Николаевич

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет»

Должность: заведующий кафедрой.

Почтовый адрес: 390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.

Телефон: 8(910)904-65-65

E-mail: kirillov.lab@mail.ru