

Отзыв на автореферат диссертации  
Афанасьева Андрея Алексеевича  
«Модели и методы анализа и обработки речевого сигнала  
в системах связи», представленной на соискание ученой степени  
доктора технических наук по специальности 05.12.13 –  
"Системы, сети и устройства телекоммуникаций"

Современный этап развития инфокоммуникационных систем связи характеризуется возрастанием объема передаваемой абонентами информации, не является исключением и услуга телефонной связи. Однако в условиях реальных ресурсных ограничений, предоставляемых каналом связи, стремление к повышению качественных показателей речи может значительно усложнить процесс кодирования речевого сигнала в рамках получившей широкое распространение модели линейного предсказания.

В настоящее время достаточными для абонентов мобильной телефонной связи признаны текущие значения слоговой разборчивости, естественности и узнаваемости речепреобразующих устройств. В свою очередь, вопросы сохранения требуемого качества речи при сокращении (снижении) скорости кодирования в различных условиях функционирования рассмотрены в меньшей степени, что позволяет отметить актуальность диссертационной работы Афанасьева А.А. Решение указанной проблемы позволит приблизиться к нижней границе скорости передачи (кодирования) речевого сигнала при сохранении качественных показателей синтезированной на приемной стороне речи. Соискатель правильно, на наш взгляд, видит его разрешение на пути поиска взаимосвязей в структуре речевого сигнала и адаптации системы обработки речевого сигнала к различным условиям функционирования.

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.

Научная проблема, сформулированная соискателем, представлена в диссертации следующим образом. Снижение скорости потоков данных речевого сигнала при обеспечении требуемого качества в условиях действия акустических помех 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.

Для достижения поставленной цели автором разработаны:

- модель кодирования РС со структурно-параметрической адаптацией, основанная на его представлении в виде свертки параметров, описывающих передаточную функцию ограниченного порядка голосового тракта и сигнала возбуждения, отличающаяся от известных учетом особенностей формирования РС и технологий его кодирования, и позволяющая разработать методологию снижения средней скорости передачи данных в КС;

- модель обработки РС, основанная на учете зависимости элементов декомпозиции РС при его низкоскоростном кодировании на основе метода линейного предсказания, позволяющая осуществить снижение мощности пространства представления сигналов возбуждения;

- модель системы фильтрации РС, отличающаяся применением полиспектрального анализа и позволяющая разработать методы шумоподавления в РС в широком диапазоне значений ОСШ.

предложены:

- метод выделения сегментов анализа РС различной длительности на однородных участках РС, позволяющий осуществлять его синтез при фиксированных значениях параметров передаточной функции голосового тракта;

- метод обработки РС, основанный на учете зависимости элементов декомпозиции РС при ЛП, позволяющий уменьшать среднюю скорость передачи в канале связи при сохранении качественных показателей синтезированной речи.

- метод адаптивной цифровой фильтрации РС в условиях акустического зашумления, отличающийся применением технологий полиспектрального анализа и позволяющий осуществлять качественное шумоподавление при низких отношениях сигнал-шум до  $0\div-5$ дБ.

Анализ материалов автореферата показал, что автор выделил и проанализировал взаимосвязи элементов декомпозиции речевого сигнала, обосновал применение полиспектрального анализа речевого сигнала для использования в системах шумоподавления, ввел в разрабатываемые алгоритмы процедуру адаптивного управления с целью изменения длительности анализируемых сегментов речевого сигнала. Данные предложения позволяют по-новому представить процесс обработки речевого сигнала в комплексах связи.

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

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

- понижение средней скорости передачи в канале связи при сохранении качества РС;

- функционирование систем обработки РС в условиях шумовых акустических воздействий, при этом осуществлять фильтрацию в задаче шумоподавления со средним снижением показателя *Modified Bark Spectral Distortion* (MBSD) от 4,20 до 2,88 (среднее повышение субъективной оценки от 0,87 до 1,22 балла) в диапазоне входных значений отношения сигнал-шум (ОСШ) от 15 до -5 дБ.

Как следует из текста автореферата, результаты диссертационного исследования обсуждались и докладывались в период с 2001 по 2017 годы на конференциях различного уровня. 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.

Результаты работы реализованы в 15 изобретениях и 1 полезной модели, внедрены в деятельность ряда практических подразделений Спецсвязи ФСО России, НТЦ "Фобос НТ", ООО "Славсервис-Связь; использованы в учебном процессе Академии ФСО России, г. Орел, Рязанского государственного радиотехнического университета, г. Рязань.

Работа выполнена на высоком научном уровне, однако не лишена определенных недостатков:

1. В автореферате детально не показаны аналитические зависимости, связывающие между собой статистические моменты и параметрические характеристики речевого сигнала в условиях акустического зашумления;

2. При описании метода адаптивной цифровой фильтрации речевого сигнала для реализации шумоподавления недостаточно обоснованным является выбор бикорреляционных параметров анализируемых сегментов.

3. При оценке необходимых ресурсов для реализации разработанных алгоритмов адаптивной цифровой фильтрации речевого сигнала в условиях

