

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

Современные методы обработки речевого сигнала базируются на его представлении в форме математических моделей, параметры которых выбираются на основе статистического оценивания. Основу таких преобразований по-прежнему составляет импульсно-кодовая модуляция, характеризующаяся наряду с существенным достоинством – качеством передаваемой речи, еще и серьезным недостатком – высокой скоростью формируемого потока данных. В результате главенствующей тенденцией в области обработки речевого сигнала оказывается снижение скорости кодирования при сохранении приемлемого качества восстановленных сообщений. Методы обработки речевого сигнала, развитию и совершенствованию которых посвящена диссертация соискателя, показывают достаточно хорошие результаты, однако приводят к дополнительным трудностям, связанным с ростом задержки обработки сигналов. Развитость теории линейного предсказания позволяет с достаточной степенью детализации получать аппроксимации исходного речевого сигнала. В то же время достаточно сложные корреляционные свойства речи, ее принципиально нестационарный характер, а также субъективный характер качества восприятия отдельных элементов сообщений требует существенно видоизменения не только математических моделей представления, но и более сложных, зачастую нелинейных методов статистического оценивания параметров данных моделей, существенно отличающихся от классических способов. Именно данные обстоятельства и обуславливают актуальность развития и совершенствования методов обработки речевого сигнала и темы диссертации в частности.

В основу диссертации Афанасьева А.А. положено представление речевого сигнала в виде отклика синтезируемой линейной системы, параметры которой определяются на основе анализа статистик. При этом набор данных параметров оказывается фиксированным для отдельного сегмента речевого сигнала, длительность которого может варьироваться и определяется исходя из решения за-

дачи проверки статистических гипотез. Используемый в работе спектр параметров аппроксимации сообщений имеет значительную вариативность. Автор предлагает рассматривать в качестве таковых и линейные спектральные частоты, и коэффициенты цифрового фильтра совместно с сигналом возбуждения, и биспектр, оцениваемый на основе полиспектрального анализа речевого сигнала. В результате оказывается возможным получить решения для целого комплекса задач, связанных, прежде всего, с фильтрацией речевого сигнала на фоне различного рода помех, а также снижения избыточности получаемого цифрового отклика при сохранении качества кодируемых сообщений.

В своей диссертационной работе соискатель предлагает пути и конкретные технические решения с целью повышения эффективности функционирования систем обработки речевого сигнала.

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 его представления в системах телекоммуникаций. Данная цель достигается на основе разрешения научной проблемы, определяемой соискателем в следующем виде. Снижение скорости потоков данных речевых сигналов (РС) при обеспечении требуемого его качества в условиях действия акустических помех обуславливает необходимость разработки моделей и методов анализа и обработки РС, учитывающих в большей степени особенности формирования РС и технологии его представления в системах телекоммуникаций.

Новизна представленных моделей и методов не вызывает сомнений и подтверждается значительным количеством патентов на изобретение, полученных автором. В целом обоснованность научных результатов обеспечивается:

- корректным применением апробированного математического аппарата теории множеств и теории вероятностей;
- корректностью постановок решаемых задач, вводимых допущений и ограничений, формулировок и выводов;
- использованием имитационного моделирования;
- положительными результатами апробации результатов работы на конференциях различного уровня.

Как следует из текста диссертации, обоснованность и достоверность научных положений, основных выводов и результатов диссертации обеспечивается за счет комплексного анализа состояния предметной области исследования, непротиворечивости теоретических выводов с результатами экспериментальной проверки предложенных моделей на основе имитационного моделирования, а также апробацией основных теоретических положений диссертации в печатных трудах и докладах на научных и научно-практических конференциях различных уровней.

Для достижения цели исследования в работе использованы методы системного анализа, декомпозиции и агрегирования, статистического и корреляционного анализа, исследования операций, теорий информации, множеств и матриц, теории вероятностей и математической статистики, методы многокритериальной оптимизации, теории кодирования и цифровой обработки сигналов, аналитическое и имитационное моделирование.

Основные положения диссертации опубликованы соискателем 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. Использование результатов работы диссертационного исследования подтверждено актами об их внедрении.

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 канале связи.

Практическая значимость диссертации заключается в использовании разработанных и запатентованных методов и алгоритмов обработки речевого сигнала.

Стиль изложения материала диссертации и автореферата позволяет ясно представить сформулированную в диссертации научную проблему исследования, основное содержание и идеи работы, а также выводы и рекомендации. В автореферате кратко представлены основные научные результаты и технические решения, изложенные в диссертации. Автореферат оформлен в соответствии с действующими требованиями. Материал автореферата дает возможность уяснить сформулированные в диссертации задачи исследования, основное содержание и идеи работы, а также выводы и рекомендации.

Анализ содержания диссертации позволяет утверждать, что диссертация Афанасьева Андрея Алексеевича написана автором единолично, достаточно опубликована и апробирована. Представленная работа имеет законченный характер,

уровень проведенных исследований является высоким, а полученные результаты полезны для науки и практики. Содержание представленной диссертации соответствует специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

В тоже время работа не лишена недостатков:

1. Значимая часть работы посвящена защите алгоритмов сжатия речевых сигналов от помех различной природы и характера, включая внешние шумы, случайно попадающие в микрофон. При этом один из главных факторов, дестабилизирующих функционирование алгоритмов, - остаточные эхосигналы, - остается за рамками работы.
2. Одним из ключевых моментов подхода автора к повышению эффективности сжатия является переход к переменной длине обрабатываемого блока. Такой подход порождает проблемы синхронизации блоков на приеме и влияния ошибок передачи, которые требуют более пристального внимания.
3. Автором не совсем полно показано влияние точности аппроксимации линейных спектральных частот на качество восприятия синтезируемого речевого сигнала.
4. В работе не оценены возрастающие затраты на ресурс запоминающих устройств, хранящих таблицы соответствий элементов декомпозиции речевого сигнала на основе процедуры линейного предсказания при их векторном представлении.
5. В диссертации нет оценок, свидетельствующих об уменьшении дисперсии ошибки оценивания линейных спектральных частот в зависимости от соотношения сигнал-шум на входе и выходе системы фильтрации при функционировании системы обработки в условиях наличия акустических шумовых воздействий.

Отмеченные недостатки не снижают ценности проведенных исследований и относятся скорее к направлениям дальнейшего развития темы. Данная диссертационная работа удовлетворяет квалификационным требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Диссертация Афанасьева А.А. является научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно на высоком научном уровне. В работе решена актуальная научная проблема и получены новые научные результаты, имеющие суще-

ственное значение для повышения эффективности функционирования устройств обработки речевого сигнала, функционирующих в системах связи.

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: профессор кафедры многоканальных телекоммуникационных систем МТУСИ, доктор технических наук (специальность 05.12.13), доцент

Шаврин Сергей Сергеевич

Сведения об организации:

ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ)»

111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8а,

тел.: +7 (495) 957-7929, +7 (906) 065-3840

e-mail: sss@mtuci.ru

Подпись С.С. Шаврина заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета МТУСИ



Зотова
10.09.2018
Т.В. Зотова