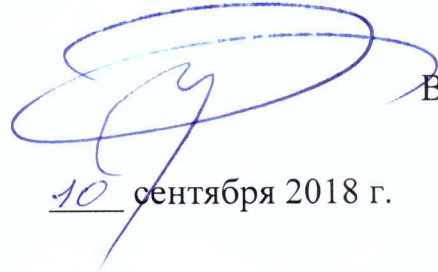


УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор АО НПП "Рубин",

К.Т.Н.




В.С. Безяев

10 сентября 2018 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

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

Актуальность для науки и практики

Современный этап развития систем связи, позитивный опыт применения качественно новых телекоммуникационных средств создали предпосылки для разработки и внедрения новых средств и комплексов. При этом постоянный рост объёмов данных, циркулирующих в современных телекоммуникационных системах, сопровождается сохранением доминирующей роли речевых сообщений. Существующие потребности в эффективности использования пропускной способности каналов связи, а также необходимость учета новых особенностей, определяемых тенденциями развития современных инфокоммуникационных систем, определяют особую актуальность научного поиска в области разработки новых и совершенствования существующих методов и алгоритмов обработки речевого сигнала, которые непосредственно связаны с созданием эффективных речепреобразующих устройств – кодеков речевого сигнала.

На сегодняшний день наиболее важными с точки зрения речепреобразования являются следующие задачи:

– повышение качества синтезированной речи по ряду показателей при сохранении требуемой скорости кодирования речевого сигнала;

– снижение скорости кодирования речевого сигнала при заданном значении среднего искажения и заданной области изменения скорости кодирования.

Обстоятельства определяющие актуальность темы диссертации:

– в диапазоне скоростей до 16 кбит/с получили развитие алгоритмы гибридного кодирования речевого сигнала на основе метода линейного предсказания и одним из факторов, препятствующим дальнейшему повышению эффективности метода линейного предсказания, является противоречие между используемой в нем моделью речеобразования и объективно существующими зависимостями между параметрами передаточной функции голосового тракта человека и сигнала возбуждения синтезирующего фильтра кодека при фиксированных длительностях сегментов анализа речевого сигнала;

– пространства кодируемых параметров, являющихся координатами вектора информационного обмена между кодером и декодером, остаются постоянными для каждой из рабочих скоростей, а кодирование данных пространств осуществляется независимо друг от друга, поэтому переход к учёту зависимости кодируемых параметров позволит снизить скорость кодирования речевого сигнала при сохранении требований к качественным показателям синтезированной речи;

– существенное влияние на качество предоставления инфокоммуникационных услуг оказывает акустический шум, следовательно, необходимо совершенствовать устройства обработки речевой информации в части, касающейся их защиты от побочных акустических воздействий.

Снижение скорости потоков данных речевого сигнала при обеспечении требуемого качества в условиях действия акустических помех обуславливает необходимость решения научной проблемы: разработка моделей и методов анализа и обработки речевого сигнала, учитывающих в большей степени особенности формирования речевого сигнала и технологии его представления в системах телекоммуникаций.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

1. Представлено комплексное техническое решение по формированию методологии понижения скорости кодирования речевого сигнала с сохранением качественных показателей синтезированной речи в условиях наличия акустических шумовых воздействий.

2. Развита теоретическая модель обработки речевого сигнала как модели в виде свертки параметров, описывающих передаточную функцию ограниченного порядка голосового тракта и сигнала возбуждения, которые отличаются от известных методов учетом зависимости элементов декомпозиции речевого сигнала, динамическим изменением длительности сегмента анализа при коррекции значений параметров синтезирующего фильтра голосового тракта.

3. Разработаны модели обработки и фильтрации речевого сигнала, основанные на учете зависимости элементов декомпозиции речевого сигнала при его низкоскоростном кодировании на основе метода линейного предсказания, позволяющие осуществить снижение мощности пространства представления сигналов возбуждения и отличающиеся применением полиспектрального анализа.

4. Предложены:

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

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

5. Разработаны и представлены алгоритмы анализа и обработки речевого сигнала, позволяющие повысить характеристики функционирования телекоммуникационных устройств в системах инфокоммуникаций в условиях наличия акустических шумов, отличающиеся от известных учетом особенностей формирования и обработки РС, применением результатов полиспектрального анализа с целью шумоподавления, а также учетом зависимости элементов декомпозиции речевого сигнала при линейном предсказании, устраняющие противоречия между особенностями речеобразования и существующими в современных системах связи технологиями обработки.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в использовании разработанных и запатентованных методов и алгоритмов обработки речевого сигнала, которые обеспечивают функционирование систем обработки речевого сигнала 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 от 15 до -5 дБ.

Научная новизна:

1) комплексное техническое решение по формированию методологии понижения скорости кодирования речевого сигнала при его передаче с сохранением качественных показателей синтезированной речи в условиях воздействия акустических помех;

2) метод обработки речевого сигнала, основанный на учёте зависимости элементов декомпозиции речевого сигнала при линейном предсказании, позволяющий уменьшать среднюю скорость передачи в канале связи при сохранении качественных показателей синтезированной речи;

3) технологии адаптивной цифровой фильтрации речевого сигнала в условиях акустического зашумления, отличающиеся применением полиспектрального анализа и позволяющие осуществлять качественное шумоподавление при низких отношениях сигнал-шум;

4) развиты теоретические принципы применения моделей обработки речевого сигнала со структурно-параметрической адаптацией;

5) разработан новый подход к выделению пауз в речевого сигнала при наличии акустического зашумления, основанный на применении технологий полиспектрального анализа;

6) обоснованы новые модели, методы и алгоритмы анализа и обработки речевого сигнала с учётом принятых технологий его кодирования, учитывающих основы речеобразования.

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.

Несомненным достоинством диссертационной работы является то, что автору удалось обосновать необходимость учёта зависимостей элементов декомпозиции речевого сигнала для снижения скорости кодирования.

Достоверность результатов проведенного исследования обеспечивается корректностью формулировки задач, адекватностью применяемых методов исследования к особенностям рассматриваемых задач, вводимых допущений и ограничений, формулировок выводов и подтверждается непротиворечивостью полученных результатов данным предшествующих исследований, со-

гласованностью полученных теоретических оценок с результатами аналитических расчётов и имитационного моделирования.

Дальнейшие исследования рассмотренных в работе вопросов могут быть продолжены в научно-исследовательских работах, посвященных созданию устройств обработки речевого сигнала в различных условиях функционирования и имеющих важное как военное, так и народнохозяйственное значение. По результатам исследований получено 15 патентов на изобретение и 1 патента на полезную модель.

Рекомендации по практическому применению результатов и выводов диссертации

Научные результаты, представленные в диссертации, целесообразно использовать при разработке новых типов устройств обработки речевого сигнала на предприятиях государственной корпорации «Ростех» и в учреждениях Федеральной службы охраны и Министерства науки и высшего образования России.

Замечания по тестам диссертации и автореферату

1. В диссертационной работе не исследована зависимость скорости передачи речевого сигнала кодека от вероятности ошибки в канале связи.

2. В диссертационной работе не рассмотрены расчеты величин временной задержки и вычислительной сложности разработанных методов обработки речевого сигнала.

3. В диссертационной работе не представлена оценка требуемого повышения объема запоминающих устройств для хранения таблиц соответствий между параметрами декомпозиции речевого сигнала при его обработке.

4. Первые три выносимые на защиту положения неудачно сформулированы.

Указанные выше замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационной работы, которая выполнена на достаточно высоком научном уровне, имеет логичную компоновку, внутреннее единство и в целом заслуживает высокой оценки.

Выводы

Диссертация Афанасьева А.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной проблемы, имеющей существенное значение для отрасли телекоммуникаций, из-

ложены новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертационная работа актуальна, имеет научную новизну, теоретическую ценность и практическую значимость и соответствует паспорту специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Диссертация оформлена надлежащим образом, стилистически выдержана. Положения и выводы диссертации представляются достаточно обоснованными.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Полученные в работе результаты, выводы и рекомендации широко апробировались на конференциях различного уровня, имеют выраженную практическую направленность и могут использоваться как разработчиками, так и производителями устройств обработки речевого сигнала систем инфокоммуникаций.

Опубликованные автором работы достаточно полно отражают результаты исследований.

На основании всего вышеперечисленного ведущая организация считает, что диссертация Афанасьева Андрея Алексеевича соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертационным работам, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании научно-технического совета предприятия 5 сентября 2018 г, протокол № 9/2018.

Учёный секретарь АО «Научно-
производственное предприятие «Рубин»,
д.т.н., профессор



М. М. Бутаев

Бутаев Михаил Матвеевич, доктор технических наук, профессор, учёный секретарь АО «Научно-производственное предприятие «Рубин». 440000, г. Пенза, ул. Байдукова, 2, телефон (8412) 204891, e-mail: nts@npp-rubin.ru
Диссертацию доктора технических наук защитил по специальностям 05.13.15 – Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети, 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.