



**MMS**

Акционерное общество  
«Научно-производственное предприятие «Радар ммс»

197375, Россия, Санкт-Петербург  
ул. Новосельковская, д. 37, лит. А  
тел.: +7 (812) 777-50-51  
факс: +7 (812) 600-04-49  
e-mail: radar@radar-mms.com  
www.radar-mms.com

## Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Шиленкова Егора Андреевича «Структурно-параметрический синтез ортогонального речевого кодера адаптивным критериям степени сжатия и разборчивости речи», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук в совет по защите докторских и кандидатских диссертаций Д.002.199.01 при Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

### 1. Актуальность работы

Обеспечение высокого качества и приемлемой разборчивости речевого сигнала при условии его значительного сжатия уже долгое время остается важной задачей. Особое значение она приобретает сегодня, когда спецслужбы в условиях повышенной террористической опасности нуждаются в записи и хранении огромных потоков речевой информации с последующей их семантической обработкой. Несложно спрогнозировать также, что в недалеком будущем речевая информация будет рассматриваться правоохранительными органами, как оправдательный или обвинительный документ. Здесь важное место занимают адаптивные методы психоакустического анализа и линейного предсказания.

Существующие адаптивные методы (алгоритмы) психоакустического анализа и линейного предсказания имеют ряд противоречий, которые затрудняют их эффективное применение в современных системах связи и хранения информации. Один из таких недостатков – невозможность одновременного их взаимодействия и применения непосредственно для речевого сигнала. Иными словами, известные методы цифровой обработки звука не обеспечивают достаточную гибкость среды компрессии звуковых данных, определяемую требованиями действующих рекомендованных стандартов электросвязи и аудио-видео передачи в условиях выбора качества и разборчивости. Особенным образом

данный недостаток проявляется при обработке русской речи в силу её нестационарных частотных характеристик.

Ознакомление с диссертацией позволяет сделать вывод о том, что востребованность проработки данного направления заключается в обеспечении также процессов дистанционного голосового управления, где требуется однозначно идентифицировать личность руководителя и правильно распознать его указание. Данное требование выполняется при достижении приемлемого качества воспроизведения голоса. В то же время, долгое время существует тенденция уплотнения абонентских линий связи путём сокращения объёма передаваемых данных. Для компактного размещения речевых каналов в телекоммуникации активно внедряются кодеки, реализующие потоковое сжатие. Алгоритмы и методы компрессии цифрового сигнала унифицированы для работы с различными языками общения и не учитывают особенности произношения фраз и слуховое восприятие в отдельных случаях. Тем не менее, русский язык отличается от остальных оригинальностью произношения слов и их интерпретацией. Основную смысловую нагрузку произнесенного слова содержит толкование совокупности слов. При этом они могут располагаться в предложениях вариативно и проговариваться с различной интонацией, что существенно не влияет на правильность понимания донесённой информации. Напротив, зарубежная речь, на примере романской группы, обладает ярко выраженной градацией в произношении вопросительных и утвердительных предложений. Здесь зачастую перестановка слов и замена гласных безударных звуков приводит к существенному изменению смысла, а интонация является необходимой информационной составляющей. Таким образом, проведение детального анализа речевой информации, содержащей русский язык, позволит использовать его неинтонационные свойства для достижения более эффективной компрессии.

Определение комплекса инструментария для системного анализа именно русской речи, нахождение незначимых для восприятия отрезков цифрового сигнала и разработка алгоритмов и методов сжатия – представляются решением поставленной задачи.

В связи с этим диссертационная работа Шиленкова Егора Андреевича, посвященная решению научно-технической задачи повышения эффективности хранения и передачи речевой аудиоинформации во внешних запоминающих устройствах ЭВМ при высокой степени нестационарности свойств речевого сигнала является несомненно актуальным научным исследованием.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность и достоверность выводов, положений, рекомендаций и полученных результатов подтверждается корректным применением действующих технологий и методов анализа, а также результатами моделирования.

Соответствующая библиография в диссертации является вполне представительной.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и российских конференциях, опубликованы в печати, в том числе в журналах, входящих в перечень ВАК. Объем и содержание публикаций по теме диссертации отражает основные защищаемые положения.

### **3. Оценка новизны и достоверности**

Научную новизну обеспечивают следующие результаты работы:

- разработана математическая модель, базирующаяся на воспроизведении нестационарности речевого сигнала и особенностей его слухового восприятия, позволяющая применить многомерный анализ для выбора процедур сжатия и контроля потерь качества;

- реализованы алгоритмы прореживания речевого сигнала, основанные на анализе его свойств, осуществляющие частотно-временные преобразования, обеспечивающие снижение скорости передачи;

- предложена структурно-функциональная организация и программная реализация речевого кодера, отличающегося выбором алгоритмов и методик сжатия и позволяющего оценить уровень качества воспроизведения речи при изменении объёма информации.

Полученные диссертантом результаты непротиворечивы, аргументировано обоснованы. Для анализа входного и выходного сигнала проведена разработка программного обеспечения имплементации речевого кодека с использованием распределённых сред и параллельного объектно-ориентированного программирования.

Экспериментальная оценка производилась с использованием специально синтезированного модуля, разработанного по принципу модельно-ориентированного проектирования и реализующего сжатие, анализ и регулирование путём формирования спектров, временных диаграмм и аппаратного воспроизведения речи.

### **4. Теоретическая значимость**

Анализ диссертационной работы Шиленкова Е.А. позволяет сделать вывод о том, что автором решён ряд частных задач, имеющих научную значимость. Получены новые, оригинальные научные результаты. Среди них в теоретическом плане в первую очередь выделяются:

- модель расчёта коэффициентов импульсной характеристики КИХ-фильтров банка полифазных фильтров, позволяющая управлять критерием выразительности речи диктора;

- математическая модель дискретных частотно-временных преобразований,

осуществляющая анализ нестационарного сигнала, для управления критерием разборчивости речи;

- алгоритм предиктора позволяет выявлять невыразительные временные диапазоны речевого сигнала и выполнять сжатие путём прореживания, тем самым используя особенность восприятия нередуцированных звуков русской речи.

## **5. Практическая значимость и внедрение результатов**

Содержание работы характеризуется практической направленностью исследований и разработок, что подтверждается соответствующими документами о внедрении результатов, наличием детально представленных и подробно описанных функциональных схем. Основные результаты диссертации пригодны для дальнейшей технологической проработки.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в реализации кодера, функционал которого обеспечивает:

- структурно–функциональная организация речевого кодера, отличающегося применением линейного и ортогонального алгоритмов сжатия, а также методик сжатия без потерь, позволяющего сократить объем передаваемых или хранимых аудиоданных при сохранении заданного качества воспроизведения аудиоинформации;

- программное обеспечение имплементации речевого кодера для проверки спроектированных структур и методик сжатия речевого потока, которое позволяет произвести анализ выходного звука на разборчивость и выразительность.

Также ценность полученных Шиленковым Е.А. результатов определяется тем, что они позволяют эффективно использовать аппаратные средства адаптивного сжатия речи на практике и внедрять их в производство перспективных средств связи за счёт исключения ограничений на одновременное применение методов психоакустического анализа и адаптивного предсказания сигнала при его сжатии.

Основные результаты внедрены в учебный процесс кафедры Космического приборостроения и систем связи при преподавании дисциплин «Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в средствах подвижной радиосвязи», «Техника микропроцессорных средств в коммутации», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Сети и системы передачи информации». Очень жаль, что результаты диссертации не нашли еще достойного применения, вообще говоря, только после которого и можно осуществлять внедрение в учебный процесс.

Новые научные результаты, полученные Шиленковым Е.А., создают основу для создания устройств кодирования и сжатия звуковых сигналов, предназначенных для работы в составе системы хранения и передачи речи.

## **6. Замечания по диссертационной работе**

1. Актуальность выбора направления исследования аргументировано расплывчато и требует дополнений и уточнений, что я и попытался сделать в своем отзыве. Проблематика заключается в недостаточной проработке вопросов сжатия с выяснением и учётом особенности русской речи.

2. В диссертации не отмечено, какими конкретно характеристиками с точки зрения психоакустики отличается русская речь, даны лишь параметры аналитических моделей, происхождение которых непонятно.

3. В работе нечётко объясняется выбор синусного окна для сглаживания эффекта наложения спектра при осуществлении дискретного косинусного преобразования. Функция окна довольно громоздка, а результат его работы невиден.

4. Из текста диссертации не ясно, каким образом на аппаратном уровне обеспечивается выполнение требований по обеспечению приемлемой временной задержки передаваемого речевого сигнала.

5. В диссертации и автореферате имеются очень неудачные формулировки оценивания результатов работы и ее характеристики, имеются орфографические ошибки, опечатки и неудачные стилистические обороты.

Несмотря на замечания, общая оценка работы остается положительной. Указанные недостатки не носят принципиального характера и не снижают научной и практической значимости диссертационной работы.

## 7. Заключение

Название диссертации в должной мере отражает ее содержание. Объем работы достаточен для оценки полученных результатов. Оформление диссертации соответствует требованиям, устанавливаемым Министерством образования и науки Российской Федерации.

Язык диссертации и автореферата удовлетворяет нормам научной лексики. В автореферате изложены все основные идеи и выводы диссертации, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов работы. Содержание автореферата соответствует сформулированным в диссертации научным положениям и выводам и дает полное представление о работе.

Разработанные и представленные в рецензируемой диссертации материалы соответствуют специальности, по которой она защищается, и принадлежат лично автору.

Материал диссертации изложен логически последовательно, четко структурирован и показывает, что Шиленков Егор Андреевич хорошо владеет современными методами анализа, обоснованно и грамотно применяет соответствующий математический аппарат, доказательно и аргументировано излагает полученные научно-практические результаты. Но учреждению, где трудится соискатель, следовало бы предпринять должные усилия, чтобы работа была востребована реальными секторами экономики и силовыми структурами.

Итак, без каких-либо натяжек правомочен вывод, что диссертация Е.А. Шиленкова представляет собой законченное научное исследование, в котором решена актуальная научная задача, и она полностью отвечает требованиям,

установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)».

Официальный оппонент  
Заместитель генерального  
конструктора,  
Доктор технических наук  
Профессор

---