

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертацию Новохрестовой Дарьи Игоревны «Методики и алгоритм анализа данных при оценке качества произношения слогов в процессе речевой реабилитации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики

### **Актуальность темы диссертации**

Задача компьютерного оценивания качества речи, включая ее разборчивость и естественность, является актуальной уже долгое время и разработано большое количество методов и подходов к ее решению. Однако в некоторых сферах применяемые методы имеют существенные недостатки и не отвечают всем современным требованиям. Одной из таких сфер является медицина, а именно оценивание качества речи в ходе речевой реабилитации после хирургического вмешательства в органы речевого тракта. Процесс анализа должен быть максимально автоматизирован для уменьшения нагрузки на специалиста-логопеда, проводящего реабилитацию, что также повысит объективность получаемых значений. Помимо этого должны учитываться индивидуальные особенности речи конкретного пациента.

Диссертационная работа Новохрестовой Д.И. посвящена разработке нового математического обеспечения анализа речи, которое позволяет дать количественную оценку качества произношения изолированных слогов, при этом учитывая вариативность произношения звуков речи (фонем) и изначальные особенности артикуляции. Применение предложенных методик и алгоритма позволяет сформировать бионический принцип биологической обратной связи для повышения эффективности процесса реабилитации. Таким образом, тема диссертации Новохрестовой Д.И. является актуальной и значимой как с практической, так и с теоретической точек зрения.

### **Структура и содержание диссертации**

Диссертационная работа Новохрестовой Д.И. состоит из введения, пяти глав, заключения, списка источников и восьми приложений. Общий объем диссертационной работы – 171 страница вместе со всеми приложениями, в том числе 23 таблицы и 50 рисунков.

Во введении автором обоснована актуальность темы исследования, поставлены цель и задачи, приведены научная новизна, практическая и теоретическая значимость полученных результатов, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведен обзор современного состояния предметной области, рассмотрены подходы к решению схожих задач в разных сферах деятельности. Приведены недостатки существующих методов и подходов, на устранение которых направлено диссертационное исследование.

Во второй главе описан анализ корпуса аудиозаписей пациентов НИИ онкологии Томского НИМЦ РАН с выделением особенностей изменений в произношении фонем, характерных для постоперационной речи, выделен список самых проблемных согласных фонем и предложен специальный перечень слогов, включающих эти фонемы, для записи в процессе сеансов речевой реабилитации.

Третья глава отведена описанию алгоритма вычисления количественной оценки схожести двух речевых сигналов различной длины и методике оценивания схожести речевых сигналов с использованием нескольких опорных (эталонных) аудиофрагментов. Предложенный Новохрестовой Д.И. алгоритм основан на представлении аудиосигнала в виде числовых последовательностей, приведении их к одной длине с использованием алгоритма динамического выравнивания времени (DTW) и расчете интегральной (гибридной) меры совпадения, которая представляет собой расчет трех метрик (DTW-расстояния, коэффициента корреляции Пирсона и метрики Минковского) с последующим применением к рассчитанным значениям нечеткого классификатора в качестве интегрирующего механизма. Предложенная методика предполагает оценку произношения в заранее заданном интервале значений при сравнении с двумя опорными аудиосигналами, в качестве которых предложено использовать аудиозаписи предоперационной речи пациента, записанные в разных сессиях.

Четвертая глава описывает предложенную методику речевой реабилитации с использованием бионического принципа биологической обратной связи. Рассчитываемые количественные оценки объективно оценивают речь пациента в процессе сеансов реабилитации, а сформированные на основе оценок кратко- и долговременные стимулы-подкрепления стимулируют пациента к дальнейшим занятиям. Применение предложенной методики позволило повысить степень автоматизации и сократить время выполнения анализа качества речи пациента в среднем более чем на 60%.

В пятой главе описана практическая реализация предложенных методик и алгоритма в составе разработанного программного комплекса для автоматизированного оценивания качества речи. Показаны процесс проведения сеансов записи речи пациента и ее последующей обработки.

Представлено внедрение программного комплекса в профессиональную деятельность действующего медицинского учреждения.

В конце каждой главы и в заключении к работе сделаны обобщающие выводы, позволяющие составить более полное системное представление о полученных результатах.

Список источников литературы достаточно обширный, включает 211 позиций, в том числе российские и международные стандарты, методические и научные труды российских и зарубежных ученых.

В приложение вынесены акты внедрения диссертационной работы: акт о внедрении в деятельность ФГБНУ «Томский НИМЦ РАН» (НИИ онкологии) и акт о внедрении в учебный процесс ФГБОУ ВО «Тусур».

Оформление диссертации и автореферата соответствует основным требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

### **Научная новизна полученных результатов**

Соискателем получены следующие новые научные результаты:

1) Предложен алгоритм вычисления количественной оценки схожести двух речевых сигналов, отличающийся вычислением гибридной меры совпадения на основе комбинации значений показателей (метрик) DTW-расстояния, коэффициента корреляции Пирсона и расстояния Минковского.

2) Предложена методика оценки схожести речевых сигналов до и после оперативного вмешательства, отличающаяся применением нескольких опорных сигналов речи, отражающих одну и ту же фонетическую единицу.

3) Для проведения речевой реабилитации адаптирована методика голосовой реабилитации с использованием бионического принципа биологической обратной связи, отличающаяся использованием новой гибридной меры оценки схожести речевых сигналов.

### **Теоретическое и практическое значение результатов работы**

Теоретическая значимость результатов работы заключается в развитии технологии анализа и оценивании качества речи. Предложенные методики и алгоритм могут быть использованы для количественной оценки схожести речевых сигналов на основе сравнения с несколькими опорными сигналами в заранее известном интервале значений.

Практическая значимость полученных результатов не вызывает сомнений и состоит в том, что применение предложенных автором методик и алгоритма позволило существенно повысить эффективность процесса речевой реабилитации за счет автоматизации оценивания качества речи. Сокращение времени выполнения сеанса автоматизированного оценивания

качества речи по сравнению с ручным экспертным анализом составило более 60%, сокращение времени выполнения сеанса оценивания качества произнесения слогов – более 55%.

Значимость результатов диссертационного исследования подтверждена актом внедрения в процесс речевой реабилитации после процесса хирургического лечения онкологии органов рта и ротоглотки в медицинском учреждении ФГБНУ «Томский НИМЦ РАН» (НИИ онкологии), а также актом внедрения в учебный процесс ФГБОУ ВО «ТУСУР».

### **Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов**

Автором адекватно использованы методы цифровой обработки сигналов, моделирования, системного анализа, и математической статистики, сделаны корректные выводы на основе полученных данных.

Достоверность результатов подтверждается положительным эффектом от внедрения научных исследований в работу действующего медицинского учреждения и сравнением результатов по предложенным автором методикам и алгоритму с ранее применяемой на практике методике.

Пункты научной новизны, положения, выносимые на защиту, и выводы хорошо аргументированы, корректны, подтверждаются внедрением.

### **Рекомендации по использованию результатов работы**

Результаты диссертационной работы Новохрестовой Д.И. могут быть эффективно применены:

- при автоматизированном оценивании качества произношения слогов после хирургического вмешательства в органы речевого тракта;
- при внедрении программных средств для компьютерной поддержки проведения комбинированной речевой и голосовой реабилитации пациентов после операции.

### **Публикации и апробация материалов диссертации**

По материалам диссертации Новохрестовой Д.И. единолично и в соавторстве с сотрудниками научной группы и научным руководителем опубликовано 33 научные работы, в том числе 4 работы в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, и 14 работ в трудах профильных международных конференций и изданиях, индексируемых международной базой данных Scopus. Знакомство с отдельными публикациями соискателя свидетельствует о том, что в них достаточно полно отражены результаты данного диссертационного исследования.

## **Замечания к диссертационной работе**

1) Автором не разделяются понятия «оценка» (значение показателя) и «оценивание» (процесс вычисления оценки), более корректно было бы в названии диссертации и результатах работы говорить о методике/алгоритме оценивания качества речи.

2) В тексте диссертации не всегда соблюдается четкое смысловое различие и разделение научно-технических терминов «алгоритм», «методика», «метод» и «механизм».

3) Не совсем ясно, что представляет собой используемый «нечеткий классификатор на основе генетического алгоритма», его следовало бы описать подробнее.

4) Ограничением предложенной методики речевой реабилитации пациентов является то, что она предназначена для формирования навыков произнесения только глухих согласных фонем (твердых вариантов [к], [с], [т] и мягких вариантов [к'], [с'], [т']), однако не совсем ясно, возможно ли использовать данную методику для восстановления навыков произнесения и других фонем, например, звонких согласных?

5) В пятой главе диссертации сбилась нумерация рисунков, пропущены рисунки с номерами 5.24 и 5.25.

6) Текст диссертации не лишен ряда грамматических и стилистических ошибок.

## **Общая оценка диссертации**

Отмеченные выше замечания, хотя и несколько снижают общее впечатление от диссертации, но не подвергают сомнению основные научные результаты автора, их научную новизну и практическую значимость. Таким образом, моя общая оценка диссертационной работы является положительной.

Диссертация Новохрестовой Д.И. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научно-практической задачи – повышение эффективности оценки речи в медицине за счет автоматизации и индивидуализации процесса. Диссертация соответствует пунктам 5 и 13 актуального на настоящий момент паспорта специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Работа хорошо структурирована, повествование построено логично и последовательно, графическое оформление наглядно иллюстрирует основные полученные результаты. Автореферат отражает основное содержание диссертации. Работа обладает необходимыми признаками научной новизны,

теоретической и практической значимостью. Основные результаты диссертации опубликованы в журналах из перечня ВАК, а также в трудах научных конференций и семинаров, в том числе международного уровня.


По актуальности, научной новизне полученных результатов, объему выполненных экспериментальных исследований, практической и теоретической значимости представленная работа соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки России, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Новохрестова Дарья Игоревна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Официальный оппонент



/ Карпов Алексей Анатольевич

доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник (руководитель) лаборатории речевых и многомодальных интерфейсов, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН)

Подпись руки  заверяю  
Начальник отдела кадров СПб ФИЦ РАН

Д.В.Токарев

