

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, к.т.н. Фадеева Александра Сергеевича 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»

### **1 Актуальность работы**

Диссертационная работа направлена на решение научно-практической задачи оценки качества речи в процессе речевой реабилитации после хирургического вмешательства в органы речевого тракта.

Принятая в России концепция развития здравоохранения и реализуемый национальный проект «Здравоохранение» определяют приоритетные направления развития медицины на ближайшие годы. Особое внимание уделяется применению индивидуализированного подхода к восстановлению жизненно важных функций после социально значимых заболеваний. Одно из направлений – речевая реабилитация, в том числе после онкологических заболеваний. Восстановление речи подразумевает оценку понятности и разборчивости произношения фонетических единиц. Такая оценка в основном осуществляется субъективными методами специалистами-логопедами. Однако в этом случае возникает вопрос объективности получаемых значений, их интерпретируемости и сравнимости, а также автоматизации процесса оценки.

Целью работы Новохрестовой Д.И. значится повышения эффективности процесса речевой реабилитации за счет автоматизации и сокращения времени оценки качества речи. Специфика изменения речи постоперационных больных не позволяет напрямую применять существующие объективные методы оценки, поэтому разработка подхода для количественной оценки качества речи с учетом решаемой задачи является актуальным направлением исследования.

### **2 Структура и содержание диссертации**

Диссертационная работа Новохрестовой Д.И. содержит введение, пять глав, заключение, восемь приложений и список источников из 211 наименований. Объем диссертационной работы составляет 171 страницу, включая 23 таблицы и 50 рисунков.



Оформление и структура диссертации соответствует ГОСТ Р 7.0.11–2011. Содержание автореферата соответствует основным идеям, результатам, выводам и положениям диссертации.

Во введении автор обосновывает актуальность темы диссертации, обозначает цель и задачи исследования, приводит научную новизну, практическую и теоретическую значимость полученных результатов, положения, выносимые на защиту.

В первой главе кратко описаны существующие подходы к оценке речи. В обзоре использовано разделение на четыре группы – объективные методы при передаче по каналам связи, методы в задачах синтеза и анализа речи, субъективные методы и методы, используемые в медицине. В последней группе описан подход, применяемый для решения исследуемой задачи ранее, выделены его существенные недостатки. В выводах по главе приводится обобщенный перечень недостатков по группам описанных подходов, а также обозначены требования к разрабатываемым методикам и алгоритмам.

Во второй главе представлен анализ изменений в речи пациентов, прошедших хирургический этап лечения онкологии. Анализ проведен на основе прослушивания записей реальных пациентов НИИ онкологии, выделены основные проблемные фонемы, на основе проблемных фонем составлен список слогов для записи в процессе сеанса оценки речи в рамках речевой реабилитации. Сравнение спектрограмм речевых сигналов без и с наличием изменений показало возможность объединения проблемных фонем в группы.

В третьей главе представлено описание предложенных автором алгоритма и методики количественной оценки. Алгоритм количественной оценки содержит в себе временную нормализацию в виде DTW алгоритма и расчет гибридной меры на основе комбинации из трех метрик: DTW-расстояния, коэффициента корреляции и метрики Минковского. Комбинирование осуществлено с использованием нечеткого классификатора. Количество совпадений оценок по предложенному алгоритму и по ранее используемой методике в среднем составляет 83%. Описывается разработанная автором методика количественной оценки схожести речевых сигналов. В методике используется несколько наборов опорных сигналов, автором обозначено рекомендуемое количество сигналов с учетом практического применения методики. В качестве опорных сигналов предложено использование предоперационной речи пациента, что позволяет учитывать особенности произношения конкретного человека.

В четвертой главе приведена адаптированная методика речевой реабилитации. В методике предложено использование биологической



обратной связи с формированием двух видов подкрепляющих стимулов: кратковременных и долговременных. Формируемые подкрепления отражают изменение оценок речи пациента. Применение методики оценки речи позволило сократить время оценки на 64,86% в сравнении с ранее применяемым подходом, а время записи сеанса речевой реабилитации на 55,7%.

В пятой главе представлено описание программного комплекса для оценки качества речи, в котором реализованы предложенные автором методики и алгоритм. Описан процесс проведения оценки и записи сеанса с применением программного комплекса, показано внедрение комплекса в деятельность медицинского учреждения.

В заключении приведены основные выводы и результаты диссертационного исследования.

### **3 Новизна полученных результатов**

Результатами диссертации, обладающими признаками научной новизны, являются:

1) Алгоритм нахождения количественной оценки схожести двух речевых сигналов, отличающийся гибридной мерой совпадения, основанной на комбинации метрик DTW-расстояния, коэффициента корреляции и расстояния Минковского.

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

3) Методика речевой реабилитации с использованием бионического принципа биологической обратной связи, отличающаяся новой гибридной мерой для оценки схожести речевых сигналов.

### **4 Практическая и теоретическая ценность и внедрение результатов**

Практическая значимость полученных автором результатов заключается в автоматизации и повышении эффективности процесса оценки качества речи в рамках речевой реабилитации. Значимость результатов работы подтверждена актом внедрения в деятельность ФГБНУ «Томский НИМЦ РАН» «Научно-исследовательский институт онкологии»: внедрение предложенных автором методик и алгоритма позволило сократить время проведения оценки качества речи на 64,86%, время проведения сеанса записи слогов на 55,7%.

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в развитии технологии анализа и оценки качества речи.



Использование предложенных методик и алгоритма позволяет проводить количественную оценку схожести нескольких речевых сигналов на основе сравнения с набором опорных сигналов в заранее известном интервале значений. Теоретические результаты используются в учебном процессе Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, что подтверждается актом внедрения.

## **5 Достоверность и обоснованность основных результатов и выводов**

Достоверность результатов и выводов подтверждается положительным эффектом от внедрения результатов исследований в работу действующего медицинского учреждения, корректным использованием методов моделирования, системного анализа, цифровой обработки сигналов и математической статистики.

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

Результаты диссертационного исследования рекомендуются к применению на практике специалистами-логопедами для оценки речи в процессе речевой реабилитации после хирургического этапа лечения онкологии органов полости рта и ротоглотки.

В качестве рекомендации для дальнейшего развития исследований можно предложить адаптацию авторского подхода для других заболеваний органов речевого тракта, а также возможность построения программы тренировок для конкретного пациента за счет проведения индивидуального анализа произношения фонем.

## **7 Публикации по теме диссертации**

Результаты диссертации опубликованы в 33 научных работах, 4 из которых в изданиях из списка ВАК РФ. 14 публикаций проиндексированы в базе SCOPUS, результаты исследований были представлены на конференциях различного уровня, в том числе всероссийского и международного.

## **8 Замечания по диссертации**

1) Основная часть исследований работы базируется на обработке звукозаписей искусственно созданного набора, включающего как записи фонем, произнесенных без искажения голоса, так и записей, в которых диктор пытался сымитировать звучание фонем пациентов с постоперационными особенностями. При этом никаких исследований о схожести искусственно искаженных фонем с фонемами пациентов и доказательств возможности их применения для проводимого исследования не приводится.



2) При описании выбора метрики оценок отдельное внимание уделено выбору значений параметра  $p$  метрики Минковского: приведено несколько пересекающихся интервалов для разных групп фонем. Выбор конкретного значения равного трем констатируется на стр. 63, но сам выбор в работе не обоснован.

3) В методике количественной оценки итогом является относительная оценка, к ней автор на стр. 79 дает пояснение «Относительная оценка может быть равна 0 при условии полной идентичности сигналов, то есть на вход алгоритму, реализующему методику, в качестве эталонных и оцениваемых подан один и тот же звуковой файл». Однако это утверждение противоречит используемому алгоритму расчета оценки, и уже далее, в разделе с тестированием программного комплекса, автор сам указывает, что при оценке того же сигнала, что и был использован в качестве эталона, относительная оценка будет равна 1 (стр. 122). В автореферате приведенное выше пояснение отражено с корректным значением.

4) В методике речевой реабилитации при формировании долгосрочного подкрепления указана возможность объединения фонем в группы, однако не приводятся условия, при которых это объединение необходимо использовать. Не показан вклад каждого из видов подкреплений в общее воздействие на пациента.

Также в работе имеются опечатки и незначительные недостатки оформления. Не всегда явно указаны нотации и стандарты, используемые для иллюстрации материала.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и не ставят под сомнение значимость полученных результатов.

## **9 Соответствие темы диссертации заявленной научной специальности**

Тема и положения, выносимые на защиту, соответствуют паспорту специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» по следующим пунктам:

5. Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечения разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текста, устной речи и изображений.

13. Применение бионических принципов, методов и моделей в информационных технологиях.

## **10 Оценка диссертации**



Диссертация Новохрестовой Д.И. является самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой решена проблема, имеющая важное социально-экономическое значение для развития цифровизации в медицинской сфере.

Диссертация отвечает требованиям пункта 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ по актуальности, научной новизне, значимости, опубликованности и апробированности, а ее автор, Новохрестова Дарья Игоревна, достойна присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» (технические науки).

Официальный оппонент:  
кандидат технических наук по специальности  
05.13.01 – системный анализ, управление  
и обработка информации,  
проректор по цифровизации,  
доцент отделения информационных технологий Томского политехнического университета

Фадеев Александр Сергеевич

Дата: «22» 08 2022 г.

Подпись 

Подпись А. С. Фадеева заверяю:  
Проректор по науке и трансферу технологий,  
доктор физико-математических наук

Сухих Леонид Григорьевич

Дата: «22» 08 2022 г.

Подпись 


**Полное наименование организации:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Юридический адрес: Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, дом 30.

Телефон: +7 (3822) 706-320

Электронный адрес: [fas@tpu.ru](mailto:fas@tpu.ru)

Даю согласие на обработку персональных данных 

А. С. Фадеев