

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.268.05, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР), МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 08.09.2022 N 15

О присуждении Новохрестовой Дарье Игоревне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методики и алгоритм анализа данных при оценке качества произношения слогов в процессе речевой реабилитации» по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» принята к защите 20 июня 2022 г. (протокол N 8) диссертационным советом Д 212.268.05, созданным на базе ТУСУРа (634050, г. Томск, пр. Ленина, 40). Приказ о создании диссертационного совета № 1236/нк от 12.10.2015 г.

Соискатель Новохрестова Дарья Игоревна, дата рождения 27 сентября 1994 года, в 2018 г окончила ТУСУР. С 2018 г. обучается в аспирантуре ТУСУРа. Работает в должности преподавателя на кафедре комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС) и младшего научного сотрудника в лабораториях медико-биологических исследований (ЛМБИ), съема, анализа и управления биологическими сигналами (ЛСАУБС) и безопасных биомедицинских технологий центра технологий безопасности ТУСУРа.

Диссертация выполнена на кафедре КИБЭВС ТУСУРа.

Научный руководитель – доктор технических наук профессор Ходашинский Илья Александрович, профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании ТУСУРа.

Официальные оппоненты: Карпов Алексей Анатольевич, доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник (руководитель) лаборатории

речевых и многомодальных интерфейсов Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН); ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН); Фадеев Александр Сергеевич, кандидат технических наук, проректор по цифровизации, доцент отделения информационных технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ) в своем положительном отзыве, составленном Ляксо Е.Е., д.б.н., профессором, профессором кафедры высшей нервной деятельности и психофизиологии и Александровым А.А., д.б.н., профессором, заведующим кафедрой высшей нервной деятельности и психофизиологии, утвержденном Микушевым С.В., проректором по научной работе, указала, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научно-практическая задача, имеющая важное хозяйственное значение. Полученные результаты вносят определенный вклад в развитие технологий анализа речевого сигнала, а также технологий персонализированного подхода в медицине. Диссертация отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Соискатель имеет 33 опубликованные работы по теме диссертации, в том числе 4 работы, опубликованные в журналах, входящих в список ВАК, и 14 работ, опубликованных в журналах, индексируемых Scopus. Общий объем – 27,72 п.л., авторский вклад – 15,9. Получены 1 патент РФ на изобретение и 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

Наиболее значимые работы:

1. Программный комплекс по оценке разборчивости речи / Д. И. Новохрестова, Е. Ю. Костюченко, Е. С. Катаева [и др.] // Доклады Томского государ-

ственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2019. – Т. 22. – № 3. – С. 43–48. – DOI: 10.21293/1818-0442-2019-22-3-43-48

2. Восстановление речевой функции у больных раком полости рта и ротоглотки с использованием инновационных технологий / Л. Н. Балацкая, Е. Л. Чойнзонов, Е. А. Красавина, Е. Ю. Костюченко, Д. И. Новохрестова // Вопросы онкологии. – 2020. – Т. 66. – № 3. – С. 247–251. – DOI: 10.37469/0507-3758-2020-66-3-247-251.

3. Experimental Analysis of Expert and Quantitative Estimates of Syllable Recordings in the Process of Speech Rehabilitation / D. Novokhrestova, E. Kostuchenko, I. Hodashinsky, L. Balatskaya // Lecture Notes in Computer Science. – 2021. – Vol. 12997 LNAI. – P. 483-491. – DOI: 10.1007/978-3-030-87802-3_44 .

4. Kostyuchenko, E. Speech rehabilitation after combined treatment of cancer and the formation of a set of syllables for assessing speech quality / E. Kostyuchenko, D. Novokhrestova // CEUR Workshop Proceedings: Proceedings of the 3rd International Conference on R. Piotrowski's Readings in Language Engineering and Applied Linguistics, PRLEAL 2019, Saint Petersburg. – Saint Petersburg, 2020. – P. 73-84 .

5. Novokhrestova, D. Automation of speech quality assessment in speech rehabilitation / D. Novokhrestova, E. Kostyuchenko, E. Kosenko // International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. – 2019. – Vol. 8. – No 6. – P. 3026-3030. – DOI: 10.30534/ijatcse/2019/58862019.

На диссертацию и автореферат поступило 6 положительных отзывов из следующих организаций: Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (Катасёв А.С., д.т.н., доцент, профессор кафедры систем информационной безопасности); Таганрогский технологический университет ЮФУ (Курейчик В.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой систем автоматизированного проектирования); «Институт автоматики и процессов управления» Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток, (Грибова В.В., д.т.н., член-корреспондент РАН, зам. директора по научной работе.); Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения РАН, г. Иркутск (Массель Л.В., д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки

РФ, главный научный сотрудник, зав. отделом «Системы искусственного интеллекта в энергетике».); Московский государственный технический университет (Карпенко А.П., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой «Системы автоматизированного проектирования»); Иркутский государственный университет путей сообщения» (Аршинский Л.В., д.т.н., профессор кафедры «Информационные системы и защита информации»).

В отзывах указаны следующие основные замечания: не приведено описание применяемого нечеткого классификатора с генетическим алгоритмом оптимизации; не представлено объяснение, почему из широкого множества алгоритмов классификации выбран именно нечеткий классификатор; очень кратко описан программный комплекс, что не позволяет оценить степень и качество реализации предложенных алгоритмов и методик, также не ясно, как соотносятся программный комплекс и свидетельства о регистрации ПО; не показана возможность реализации методов биологической обратной связи при использовании механизма долговременного подкрепления; указано противоречие требования к работе алгоритма в режиме реального времени и реализацией долговременного подкрепления; из автореферата не совсем понятно, оказала ли биологическая обратная связь влияние на интенсивность реабилитации; не указано, зачем понадобилась именно гибридная мера для оценки схожести речевых сигналов, а не выбрана одна из представленных мер; в методике оценки схожести усреднение результатов не позволяет зафиксировать экстремально низкие значения схожести отдельных слогов.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.т.н., доцент Карпов Алексей Анатольевич является известным специалистом в области машинного обучения, автоматизированной обработки и анализа речевых сигналов; к.т.н. Фадеев Александр Сергеевич является признанным специалистом в области анализа текста и обработки звуковых сигналов, что подтверждается списками опубликованных работ по теме диссертации.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что Санкт-Петербургский государственный университет имеет высококвалифицирован-

ных специалистов в области автоматизированной обработки и анализа речевых и звуковых сигналов в медицинской тематике, которые имеют достаточный объем публикаций по тематике диссертации в ведущих изданиях и способны определить и аргументированно обосновать научную и практическую значимость работы Новохрестовой Д.И.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– *разработан* алгоритм формирования количественной оценки схожести двух речевых сигналов, отличающийся гибридной мерой совпадения, основанной на комбинации метрик DTW-расстояния, коэффициента корреляции и расстояния Минковского; среднее количество совпадений оценок, получаемых по предложенному алгоритму, с оценками по разработанной ранее методике составляет 83%;

– *разработана* методика оценки схожести речевых сигналов до и после оперативного вмешательства, отличающаяся применением нескольких опорных речевых сигналов, отражающих одну и ту же фонетическую единицу, и позволяющая учитывать вариативность произношения фонем и индивидуальные особенности речи пациента;

– *предложена* методика проведения речевой реабилитации с использованием бионического принципа биологической обратной связи, отличающаяся новой гибридной мерой для оценки схожести речевых сигналов, позволяющая формировать подкрепляющий стимул на основе сравнения ретроспективных данных и сократить время оценки качества речи при проведении речевой реабилитации более чем на 64 %.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

– *применительно к проблематике диссертации результативно использованы* методы вычисления расстояний – динамическая трансформация временной шкалы и расстояние Минковского, а также методы корреляционного анализа;

– проведена модернизация технологии анализа речевого сигнала в голосовой реабилитации для проведения речевой реабилитации, учитывающая изменения в речи пациента и повышающая его мотивацию для дальнейшей работы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработанные алгоритмы *внедрены* в виде программного обеспечения, которое используется в процессе речевой реабилитации пациентов в НИИ онкологии г. Томска и в учебном процессе ТУСУРа, что подтверждается соответствующими актами о внедрении. Внедрение программного обеспечения в процесс речевой реабилитации позволило сократить время оценивания качества речи на 64,86%, время проведения сеанса записи слогов с реализацией биологической обратной связи на 55,7%. Предложенные соискателем алгоритмы применялись при выполнении проектов, поддержанных грантами: РФФИ № 20–37–90082 «Модель и алгоритмы анализа данных при оценке качества произнесения слогов в процессе речевой реабилитации», РНФ № 16–15–00038 «Восстановление речевой функции с использованием технических методов и математического моделирования у больных раком полости рта и ротоглотки после хирургического лечения»; грантом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации FEWM-2020-0042, АААА-А20-12011190016-9.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- *идея* применения методов вычисления расстояния и корреляционного анализа совместно с нечеткими классификаторами для нахождения количественной оценки схожести двух речевых сигналов *базируется* на обобщении передового опыта, изложенного в научных публикациях по теме диссертации;
- корректно *использованы* математические и статистические методы при проведении экспериментов и анализе результатов;
- *установлено*, что полученные соискателем результаты экспериментов согласуются с аналогичными экспериментальными данными, содержащимися в опубликованных по тематике работы исследованиями;
- *использованы* современные методики сбора и обработки речевой информации.

Личный вклад соискателя состоит в разработке подхода к построению алгоритма количественной оценки схожести двух речевых сигналов и методики

оценки схожести речевых сигналов, реализации разработанного алгоритма и методик в составе программного комплекса по оценке речи, проведении экспериментов, апробации полученных материалов и результатов исследования на научных мероприятиях, личном участии в тестировании и внедрении программного комплекса. Постановка цели и задач исследования, интерпретация результатов эксперимента, разработка гибридной меры схожести в составе алгоритма количественной оценки, адаптация методики голосовой реабилитации для применения в речевой реабилитации подготовка публикаций по промежуточным результатам исследования проводилась совместно с научным руководителем и участниками научной группы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: не пояснена необходимость в разработке гибридной меры вместо использования одной метрики: не понятно, почему был ограничен список проблемных фонем, а не представлено какое-то универсальное решение; не раскрыт вопрос обработки критически низких значений при усреднении оценок и формировании долговременного подкрепления; в диссертации и автореферате автор в качестве синонимов использует слова «оценка» и «оценивание», которые в технических научных работах таковыми не являются, в научной новизне допущено некорректное словосочетание «значение меры».

Соискатель Новохрестова Д.И. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и сформулированные замечания и привела собственную аргументацию: гибридная мера совпадения позволила сравнивать получаемые количественные оценки с экспертными оценками по ранее применяемой методике, при этом точность совпадения с экспертными оценками с использованием гибридной меры превышает точность при использовании только одной метрики; в список проблемных фонем вошли те фонемы, которые чаще всего подвергаются изменениям в произношении после хирургического вмешательства в органы речевого аппарата, при этом сам подход к проведению оценивания является универсальным; автор согласилась с не совсем корректным использованием терминов, однако пояснила, что при написании работы пользовалась общим

толковым словарем, в котором спорные термины являются синонимичными.

На заседании 08 сентября 2022 г. диссертационный совет принял заключение за решение важной задачи анализа речевого сигнала в процессе речевой реабилитации после заболеваний органов речеобразующего тракта, имеющей значение для развития научных основ современных информационных технологий, применяемых в сфере медицины, присудить Новохрестовой Д.И. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета



Ехлаков Юрий Поликарпович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Костюченко Евгений Юрьевич

09.09.2022