

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и
инновациям

А.Г. Лоцилов

«23» 2022 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Томский государственный университет систем
управления и радиоэлектроники».

Диссертация «Методики и алгоритм анализа данных при оценке качества произношения слогов в процессе речевой реабилитации» выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» на кафедре комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС).

В период подготовки диссертации соискатель Новохрестова Дарья Игоревна обучалась в очной аспирантуре в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» на кафедре комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем. Во время обучения в аспирантуре Новохрестова Д.И. совмещала научную и педагогическую деятельность. В настоящее время она работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории медико-биологических исследований и младшего научного сотрудника лаборатории съема, анализа и управления биологическими сигналами института системной интеграции и безопасности.

В 2018 году Новохрестова Д.И. окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» по специальности «Информационно-аналитические системы безопасности».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2022 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Научный руководитель – Ходашинский Илья Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы.

Диссертация Новохрестовой Д.И. является законченным научным исследованием, содержит решение актуальной научно-технической задачи в области анализа речевых сигналов.

Актуальность темы и направленность исследования.

В диссертационной работе Новохрестовой Д.И. рассматривается применение автоматизированных подходов к оценке речи в речевой реабилитации. Актуальной темой является разработка методов, методик и алгоритмов оценки речевых сигналов, которые позволят объективно оценивать качество речи пациентов, при этом учитывая их индивидуальные особенности. Невозможность полноценного применения субъективных методов оценки речи, а также существенное влияние мнения эксперта являются основными недостатками применяемого метода оценки речи в процессе речевой реабилитации, а существующие объективные методы не учитывают особенности решаемой практической задачи. Целью диссертационной работы является повышение эффективности процесса речевой реабилитации за счет автоматизации и сокращения времени оценки качества речи.

Личное участие автора в получении результатов.

Постановка цели и задач исследования осуществлялась автором совместно с научным руководителем д.т.н., профессором Ходашинским И.А. и консультантом к.т.н, доцентом Костюченко Е.Ю. Часть опубликованных работ написана в соавторстве с сотрудниками научных групп и научным руководителем. Автором самостоятельно разработаны и реализованы в виде программного комплекса алгоритм количественной оценки двух временных рядов и методика оценки схожести речевых сигналов с использованием нескольких опорных сигналов, проведено сравнение получаемых оценок с экспертными оценками на основе аудиозаписей реальных пациентов, адаптирована методика головной реабилитации для применения к речевой реабилитации. Автором совместно с сотрудниками ФГБНУ «Томский НИМЦ РАН» «Научно-исследовательский институт онкологии» проведены внедрение и апробация результатов работы.

Степень достоверности результатов диссертации.

Достоверность обеспечивается корректностью применения используемых методов и алгоритмов, результатами проведенных экспериментов, сопоставимых с экспертными оценками по ранее применяемой методике и результатами, полученными исследователями других научных групп.

Научная новизна диссертации.

В диссертации получены следующие новые научные результаты.

1. Предложен алгоритм нахождения количественной оценки схожести двух речевых сигналов, отличающийся гибридной мерой совпадения, основанной на комбинации метрик DTW-расстояния, коэффициента корреляции и расстояния Минковского.
2. Предложена методика оценки схожести речевых сигналов до и после оперативного вмешательства, отличающаяся применением нескольких опорных речевых сигналов, отражающих одну и ту же фонетическую единицу.
3. Для проведения речевой реабилитации адаптирована методика голосовой реабилитации с использованием бионического принципа биологической обратной связи, отличающаяся новой гибридной мерой для оценки схожести речевых сигналов.

Практическая значимость диссертации.

Практическая значимость работы подтверждается применением полученных в ней результатов для решения практической задачи оценки качества произношения слогов в процессе речевой реабилитации после хирургического лечения онкологических заболеваний органов полости рта и ротоглотки. Результаты работы внедрены в процесс лечения, проводимого на базе НИИ Онкологии Томского НИМЦ.

Разработанные алгоритмы использованы при выполнении следующих проектов:

– научный проект при поддержке РФФИ № 20–37–90082 «Модель и алгоритмы анализа данных при оценке качества произнесения слогов в процессе речевой реабилитации»;

– научный проект при поддержке РФФИ № 16–15–00038 «Восстановление речевой функции с использованием технических методов и математического моделирования у больных раком полости рта и ротоглотки после хирургического лечения»;

– грант для научных проектов, выполняемых молодежными коллективами научно-исследовательских лабораторий образовательных организаций высшего образования, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации (номер проекта FEWM-2020-0042, АААА-А20-120111190016-9);

Разработанные методики и алгоритм применимы в практической задаче оценки речи в рамках речевой реабилитации после комбинированного лечения онкологических заболеваний органов полости рта и ротоглотки и в научно-исследовательских целях при анализе речевых сигналов.

Полнота изложенных материалов диссертации в печатных работах, опубликованных автором.

По материалам диссертации опубликовано 33 работ, из которых в рекомендованных ВАК РФ периодических изданиях – 4. 14 работ проиндексированы в международной базе SCOPUS. Получены 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных и 1 патент на изобретение.

Работы, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК:

1. Программный комплекс по оценке разборчивости речи / Д. И. Новохрестова, Е.Ю. Костюченко, Е. С. Катаева [и др.] // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2019. – Т. 22. – № 3. – С. 43-48.

2. Новохрестова, Д. И. Временная нормализация слогов алгоритмом динамической трансформации временной шкалы при оценке качества произнесения слогов в процессе речевой реабилитации / Д. И. Новохрестова // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2017. – Т. 20. – № 4. – С. 142-145.

3. Алгоритм выделения формант и поиска выровненных фрагментов при подготовке к проведению фолоскопической экспертизы / И. А. Гураков, Е. Ю. Костюченко, Д. И. Новохрестова, М. П. Силич // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2018. – Т. 21. – № 2. – С. 48-53.

4. 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 (Scopus).

Помимо статьи под номером 4, в Scopus проиндексированы статьи:

5. 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 (Scopus).

6. 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, 27 ноября 2019 года. – Saint Petersburg, 2020. – P. 73-84 (Scopus).
7. The evaluation process automation of phrase and word intelligibility using speech recognition systems / E. Kostuchenko, D. Novokhrestova, M. Tirskaia [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2019. – Vol. 11658 LNAI. – P. 237-246 (Scopus).
8. Assessment of syllable intelligibility based on convolutional neural networks for speech rehabilitation after speech organs surgical interventions / E. Kostuchenko, D. Novokhrestova, S. Pekarskikh [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2019. – Vol. 11658 LNAI. – P. 359-369 (Scopus).
9. Correlation criterion in assessment of speech quality in process of oncological patients rehabilitation after surgical treatment of the speech-producing tract / E. Kostyuchenko, R. Meshcheryakov, D. Ignatieva [et al.] // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019. – Vol. 759. – P. 209-216 (Scopus).
10. 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 (Scopus).
11. Kostyuchenko, E. Evaluation of syllable intelligibility through recognition in speech rehabilitation of cancer patients / E. Kostyuchenko, D. Novokhrestova, L. Balatskaya // Integrating Research Agendas and Devising Joint Challenges: International Multidisciplinary Symposium ICT Research in Russian Federation and Europe, Stavropol - Dombay, 15–20 окт. 2018. – Stavropol - Dombay: North-Caucasian Federal University, 2018. – P. 75-80 (Scopus).
12. Novokhrestova, D. Choice of Signal Short-Term Energy Parameter for Assessing Speech Intelligibility in the Process of Speech Rehabilitation / D. Novokhrestova, E. Kostyuchenko, R. Meshcheryakov // Lecture Notes in Computer Science. – 2018. – Vol. 11096 LNAI. – P. 461-469 (Scopus).
13. Software for an objective evaluation of the quality of syllables's pronunciation in speech rehabilitation / E. Y. Kostyuchenko, R. V. Mescheryakov, D. I. Novokhrestova [et al.] // Proceedings of 2017 IEEE 2nd International Conference on Control in Technical Systems, CTS 2017 : 2, St. Petersburg, 25–27 октября 2017 года. – St. Petersburg, 2017. – P. 267-270 (Scopus).
14. Correlation normalization of syllables and comparative evaluation of pronunciation quality in speech rehabilitation / E. Kostyuchenko, R. Meshcheryakov, D. Ignatieva [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2017. – Vol. 10458 LNAI. – P. 262-271 (Scopus).
15. Speech quality measurement automation for patients with cancer of the oral cavity and oropharynx / R. V. Meschryakov, E. Y. Kostyuchenko, D. I. Ignatieva [et al.] // 2016 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2016 - Proceedings, Moscow, 12–14 мая 2016 года. – Moscow, 2016. – P. 5 (Scopus).
16. Model of system quality assessment pronouncing phonemes / E. Kostyuchenko, D. Ignatieva, R. Mescheryakov [et al.] // 2016 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines, Dynamics 2016, Omsk, 15–17 ноября 2016 года. – Omsk, 2016. – P. 7819016 (Scopus).
17. Evaluation of the speech quality during rehabilitation after surgical treatment of the cancer of oral cavity and oropharynx based on a comparison of the fourier spectra / E. Kostyuchenko, R. V. Mescheryakov, D. Ignatieva [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2016. – Vol. 9811. – P. 287-295 (Scopus).

Другие работы, опубликованные по теме диссертации.

18. Новохрестова, Д. И. Реализация биологической обратной связи в рамках оценки качества речи / Д. И. Новохрестова // Материалы XXVII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2022». – Томск, 18-20 мая 2022 г. (в печати).

19. Новохрестова, Д. И. Гибридная мера для сравнения записей слогов / Д. И. Новохрестова // *Материалы XXVII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР-2022»*. – Томск, 18-20 мая 2022 г. (в печати).

20. Новохрестова, Д. И. Комбинированная оценка качества произношения слогов / Д. И. Новохрестова // *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции*. – 2021. – № 1-2. – С. 299-301.

21. Методы и модель оценки качества произношения слогов при речевой реабилитации / Д. И. Новохрестова, Е. Ю. Костюченко, Л. Н. Балацкая, Е. Л. Чойнзонов. – Москва: ООО "Научный инновационный центр Международный институт стратегических исследований", 2019. – 69 с. – ISBN 978-5-903633-18-0.

22. Новохрестова, Д. И. Алгоритм детектирования голосовой активности в программном комплексе по оценке разборчивости речи / Д. И. Новохрестова, Е. Ю. Костюченко // *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции*. – 2019. – № 1-2. – С. 138-140.

23. Новохрестова, Д. И. Оценка разборчивости произношения слогов: метод и алгоритмы / Д. И. Новохрестова, Е. Ю. Костюченко, А. В. Пятков // *Автоматика и программная инженерия*. – 2018. – № 3(25). – С. 30-34.

24. Харченко, С. С. Проблема сегментации на фонемы при оценке качества произнесения слогов в рамках речевой реабилитации / С. С. Харченко, Д. И. Новохрестова, Е. Ю. Костюченко // *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции*. – 2018. – № 1-1. – С. 223-226.

25. Костюченко, Е. Ю. Формирование базы данных пациентов при речевой реабилитации после комбинированного лечения онкологических заболеваний органов речеобразующего тракта / Е. Ю. Костюченко, Д. И. Новохрестова, А. В. Пятков // *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции*. – 2017. – № 1-2. – С. 245-247.

26. Алгоритм детектирования голосовой активности / Е. Ю. Костюченко, Р. В. Мещеряков, Д. И. Новохрестова [и др.] // *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции*. – 2017. – № 1-2. – С. 250-252.

27. Программное обеспечение для объективной оценки качества произнесения слогов при речевой реабилитации / Е. Ю. Костюченко, Р. В. Мещеряков, Д. И. Новохрестова [и др.] // *Международная научная конференция по проблемам управления в технических системах*. – 2017. – Т. 1. – С. 277-280.

28. Игнатъева, Д. И. Изменения в спектрограммах КЛП и на изображениях автокорреляции у фонем [т] и [т'] / Д. И. Игнатъева, А. В. Пятков, Е. Ю. Костюченко // *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции*. – 2016. – № 1-1. – С. 166-168.

29. Пятков, А. В. Изменения на спектрограммах Фурье при произнесении фонем [т] и [т'] при речевой реабилитации / А. В. Пятков, Д. И. Игнатъева, Е. Ю. Костюченко // *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции*. – 2016. – № 1-1. – С. 168-170.

30. Игнатъева, Д. И. Изменения при произнесении фонем [к] и [к'] на спектрограммах КЛП и изображениях автокорреляции / Д. И. Игнатъева, А. В. Пятков, Е. Ю. Костюченко // *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции*. – 2016. – № 1-1. – С. 173-175.

Свидетельство о государственной регистрации, патент:

31. Способ восстановления речевой функции у больных раком полости рта и ротоглотки после органосохраняющих операций: пат. 2694516 С1 Рос. Федерация: МПК7 А61Н 1/00 // Л. Н. Балацкая, Е. Л. Чойнзонов, Е. А. Красавина, С. Ю. Чижевская, Д. И. Новохрестова, Е. Ю. Костюченко;

32. Е. Ю. Костюченко, Р. В. Мещеряков, Д. И. Новохрестова [и др.] Звукозаписи пациентов с заболеваниями органов речеобразующего тракта OnkoSpeechDB // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2018620852. Дата регистрации в реестре: 09.01.2018.

33. Е. Ю. Костюченко, Р. В. Мещеряков, Д. И. Новохрестова [и др.] Speech quality assessment // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018613005. Дата регистрации в реестре: 09.01.2018.

34. Е. Ю. Костюченко, Л. Н. Балацкая, Д. И. Новохрестова [и др.] OnkoSpeech v1.0 // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019610957. Дата регистрации в реестре: 29.12.2018.

35. Д. И. Новохрестова, Е. Ю. Костюченко, С. С. Харченко [и др.] Программное обеспечение для объективной оценки качества произнесения слогов при речевой реабилитации "OnkoSpeech v2.0" // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020610774. Дата регистрации в реестре: 25.12.2019.

36. Е. Ю. Костюченко, Д. И. Новохрестова, С. С. Харченко [и др.] OnkoSpeech v3.0 // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021611404. Дата регистрации в реестре: 19.01.2021.

Соответствие содержания диссертации избранной специальности

Диссертационная работа Новохрестовой Д.И. по своему содержанию соответствует профилю специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», в частности, 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.

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

Заключение принято на заседании научно-технического семинара «Интеллектуальные системы моделирования, проектирования и управления» кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем факультета безопасности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Присутствовало на заседании 27 человек, из них 4 доктора наук и 8 кандидатов наук. Результаты голосования: «за» – 27 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 369 от 21 мая 2022 г.

Заместитель председателя семинара,
к. т. н., доцент каф. КИБЭВС
декан факультета Безопасности

Ученый секретарь семинара,
канд. техн. наук, доцент каф. КИБЭВС


Е.М. Давыдова


Е.Ю. Костюченко