



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НРИИ

А.Г. Лоцилов

«21» 09 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация «Алгоритмы анализа частоты основного тона вокального исполнения» 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 Якимук Алексей Юрьевич обучался 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 Якимук А.Ю. совмещал научную и педагогическую деятельность. В настоящее время он работает в должности старшего преподавателя кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем и младшего научного сотрудника лаборатории безопасных биомедицинских технологий центра технологий безопасности кафедры КИБЭВС.

В 2014 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» по специальности «Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2019 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Научный руководитель – Шелупанов Александр Александрович, доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», заведующий кафедрой комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС).

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы.

Диссертация Якимука А.Ю. является законченным научным исследованием, содержит решение актуальной научно-технической задачи в области анализа параметров речевых сигналов при вокальном исполнении.

Актуальность темы и направленность исследования.

В диссертационной работе Якимука А.Ю. рассматривается анализ частот основного тона вокального исполнения. Актуальной является задачи оценки параметров речевого сигнала на высоких частотах основного тона и распознавания спетой диктором ноты. Целью диссертационной работы является повышение качества распознавания звучащих нот в вокальном исполнении за счёт применения модели слуховой системы человека.

Ключевой недостаток существующих алгоритмов анализа частоты основного тона заключается в ограничениях вычисления, что делает их неприменимыми в задаче распознавания нот. Алгоритмы разработаны для анализа речевых сигналов, что не позволяет их применять при обработке частот основного тона выше 400 Гц. Также существующие алгоритмы обладают высоким процентом грубых ошибок, что является некритичным при обработке речи, но не позволяет точно определить спетую ноту.

Личное участие автора в получении результатов.

В работе использованы результаты, в которых автору принадлежит определяющая роль. Часть опубликованных работ написана в соавторстве с сотрудниками научной группы. Постановка задачи исследования осуществлялась научным руководителем д.т.н., профессором Шелупановым А.А.

Степень достоверности результатов диссертации.

Достоверность изложенных в работе результатов обеспечивается результатами проведенных численных экспериментов с использованием реальных данных, а также путём сопоставления результатов, полученных в диссертации, с результатами экспертной оценки.

Научная новизна диссертации.

Научная новизна результатов работы и проведенных исследований заключается в следующем:

- проведена модификация модели слуховой системы человека, позволяющая расширить диапазон частот в 2 раза по сравнению с исходной моделью и отличающаяся возможностью произвольного указания границ определения тона;
- предложен алгоритм создания шаблонов для обнаружения частоты основного тона, отличающийся возможностью автоматической генерации наборов шаблонов с произвольным заданием граничных частот определения основного тона;
- разработан алгоритм распознавания нот, учитывающий минимальную длительность звучания нот и отличающийся учетом особенностей слуховой системы человека.

Практическая значимость диссертации.

Практическая значимость результатов исследования состоит в следующем:

- автоматическое определения нот в вокальном исполнении;
- проведения оценки качества вокального исполнения заданного упражнения.

Результаты внедрены в деятельность «Элекард-ЦТП».

Результаты диссертационной работы внедрены в деятельность «Элекард-ЦТП» в рамках проекта по дистанционному обучению вокалу в формате видеоконференций, а также в учебный процесс Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

Полнота изложенных материалов диссертации в печатных работах, опубликованных автором.

По материалам диссертации опубликовано 19 работ, из них 3 статьи в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных журналов и изданий, 14 публикаций в материалах международных и всероссийских научных конференций.

Публикации в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов кандидатских и докторских диссертационных работ по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики»:

1. Конев А.А., Онищенко А.А., Костюченко Е.Ю., **Якимук А.Ю.** Автоматическое распознавание музыкальных нот // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2015. № 3 (60). С. 32-47.

2. **Якимук А.Ю.**, Конев А.А. Алгоритм сегментации речевого сигнала на основе значений минимальной меры различия // Информатика и системы управления. – 2018. – № 2 (56). – С. 108-121.

3. Катаева Е.С., **Якимук А.Ю.** Применение метода выделения синхронности при оценке сходства вокальных исполнений // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2019. – Т. 22. – №3.

Публикации в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов кандидатских и докторских диссертационных работ по другим специальностям:

4. **Якимук А.Ю.**, Конев А.А., Осипов А.О. Программный комплекс для автоматизации моделирования сегментации речевых сигналов и вокальных исполнений // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2017. – Т. 21. – № 10 (129). – С. 53-64.

5. **Якимук А.Ю.**, Конев А.А., Терещенко Ю.А. Алгоритмическое обеспечение системы анализа шепотной речи // «Вестник Брянского государственного технического университета». – №10 (71). – 2018. – С. 62-71.

Публикации в научных изданиях, индексируемых Scopus:

6. Konev A., Kostyuchenko E., **Yakimuk A.** The program complex for vocal recognition // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – Vol. 803. – Issue 1. – P. 012077. – DOI: 10.1088/1742-6596/803/1/012077

7. **Yakimuk A.Yu.**, Konev A.A., Andreeva Yu.V., Nemirovich-Danchenko M.M. Applying the principle of distribution in the program complex for vocal recognition // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 597. – No. 1. – P. 012072. – DOI:10.1088/1757-899X/597/1/012072

Публикации в тезисах и материалах научных конференций:

8. **Якимук А.Ю.**, Конев А.А. Программное обеспечение для автоматического распознавания мелодии // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2015. – С. 247-248.

9. **Якимук А.Ю.** Исследование надёжности детектора частоты основного тона голосового сигнала // Научная сессия ТУСУР – 2015: Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Томск: В-Спектр. 2015. – С. 194-196.

10. Егошин Н.С., Конев А.А., **Якимук А.Ю.** Идентификация параметров речевого сигнала // Электронные средства и системы управления. – 2015. – № 1-2. – С. 147-150.

11. **Якимук А.Ю.** Алгоритмы анализа частоты основного тона вокального исполнения // Научная сессия ТУСУР–2016: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 25–27 мая 2016 г. – Томск: В-Спектр, 2016. – С. 245-248.

12. **Якимук А.Ю.**, Егосин Н.С., Осипов А.О., Боков И.М. Повышение качества идентификации нот в автоматизированной системе распознавания вокала // Электронные средства и системы управления: Материалы докладов XII Международной научно-практической конференции – Томск: В-Спектр, 2016. – С. 29-32.

13. **Якимук А.Ю.** Генерация фильтров для одновременной маскировки // Электронные средства и системы управления: Материалы докладов XIV Международной научно-практической конференции (28–30 ноября 2018 г.): в 2 ч. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2018. – С. 29-31.

14. **Якимук А.Ю.**, Томская К.М. Исследование работы алгоритма идентификации нот для выбора метода определения границ ноты // Наука. Технологии. Инновации Сборник научных трудов. В 9-ти частях. Под редакцией. А.В. Гадюкиной. – 2018. – С. 215-219.

15. **Якимук А.Ю.** Этапы работы программного комплекса, определяющего ноты вокального исполнения // Информационные технологии в экономике и управлении: материалы III Всероссийской научно-практической конференции, г. Махачкала, 29-30 ноября 2018 г.: Дагестанский государственный технический университет. – Махачкала, 2018. – С. 154-157.

16. **Якимук А.Ю.** Применение программных средств при обучении вокалу // Проблемы управления качеством образования: сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции / МНИЦ ПГАУ. – Пенза: РИО ПГАУ, 2018. – С. 141-144.

17. Катаева Е.С., Свешникова Ю.Р., **Якимук А.Ю.** Применение выделения синхронности для оценки сходства вокальных исполнений // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. – 2019. – № 4 (61). – С. 54-58.

18. **Якимук А.Ю.**, Холопов М.Д. Распределенный программный комплекс по распознаванию нот // Перспективы развития фундаментальных наук: сборник трудов XVI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 23–26 апреля 2019 г.) в 7 томах. Том 7. IT-технологии и электроника / под ред. И.А. Кузиной, Г.А. Вороновой. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2019. – С. 125-127.

19. **Якимук А.Ю.** Влияние вибрато на качество распознавания нот в вокальном исполнении // VII молодежная научная конференция "Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем"

Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ:

20. Конев А.А., **Якимук А.Ю.**, Осипов А.О. Программный комплекс по определению нот вокального исполнения // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017664232 от 19.12.2017 г.

21. Конев А.А., **Якимук А.Ю.** Программа для определения качества сегментации речевых сигналов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017664235 от 19.12.2017 г.

Соответствие содержания диссертации избранной специальности

Диссертационная работа Якимука А.Ю. по своему содержанию соответствует профилю специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», в частности, по следующему пункту:

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

Диссертация «Алгоритмы анализа частоты основного тона вокального исполнения» Якимука Алексея Юрьевича 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 18 чел. Результаты голосования: «за» – 18 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 331 от 21 сентября 2019 г.

Заместитель председателя семинара,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры КИБЭВС


И.А. Ходашинский

Ученый секретарь семинара,
кандидат технических наук, доцент,
доцент каф. КИБЭВС


Е.Ю. Костюченко