

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.002.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И
ИНФОРМАТИКИ» (ПОДВЕДОМСТВЕННОГО МИНИСТЕРСТВУ
ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ), ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 22 мая 2025 г. № 3

О присуждении Мкртчяну Грачу Маратовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка методов и средств нейросетевой обработки акустической информации» по специальности 2.3.8. «Информатика и информационные процессы» (технические науки) принята к защите 14.03.2025 (протокол заседания №2) диссертационным советом 55.2.002.02, созданным на базе ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ) Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 111024, Россия, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 8А, приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 сентября 2024 г. №881/нк.

Соискатель Мкртчян Грач Маратович, 11 сентября 1998 года рождения. В 2021 году окончил обучение в МТУСИ по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника». Является аспирантом 4-го года обучения по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника». Работает в должности старшего преподавателя кафедры «Программная инженерия» МТУСИ.

Диссертация выполнена на кафедре «Математическая кибернетика и информационные технологии» МТУСИ.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Городничев Михаил Геннадьевич, декан факультета «Информационные технологии», заведующий кафедрой «Математическая кибернетика и информационные технологии» МТУСИ.

Официальные оппоненты:

Шадрин Сергей Сергеевич – доктор технических наук, доцент, профессор передовой инженерной школы электротранспорта, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (г. Москва);

Ракитский Антон Андреевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики и кибернетики, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (г. Новосибирск), дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (ПГУТИ) (г. Самара), в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой «Информационные системы и технологии», доктором технических наук, профессором Лимановой Наталией Игоревной и утвержденном проректором по научной работе, доктором технических наук, профессором Горячкиным Олегом Валериевичем, указала, что диссертационная работа Мкртчяна Грача Маратовича является завершенной, содержащей новые научные результаты, положения и рекомендации по их использованию. Диссертация соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (с учетом последующих редакций), а соискатель Мкртчян Грач Маратович заслуживает присуждения ему ученой

степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы» (технические науки). Отзыв на диссертационную работу обсуждён и утверждён на заседании кафедры «Информационные системы и технологии» 22 апреля 2025 г. протокол № 9.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, из них 3 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ; 9 работ, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science; а также получено 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. В работах, написанных в соавторстве, авторский вклад является основополагающим для соответствующих публикаций.

Недостоверных сведений об опубликованных соискателем работах в диссертации не обнаружено.

Наиболее значимыми работами соискателя являются:

1. Мкртчян Г. М. Обзор методов классификации звуков городской среды / Г. М. Мкртчян, Н. А. Кравченко // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2024. – № 88. – С. 53-64. – doi: 10.21667/1995-4565-2024-88-53-64. (12 стр. Личный вклад – 75%).

2. Мкртчян Г. М. О задаче применимости сетей Колмогорова-Арнольда в легковесной нейросетевой модели классификации акустических данных / Г. М. Мкртчян // Экономика и качество систем связи. – 2024. – № 4(34). – С. 152-158. (7 стр. Личный вклад – 100%).

3. Мкртчян Г. М. Сравнение методов акустического детектирования, классификации и локализации для решения задач обнаружения событий и сцен / М. Г. Городничев, А. В. Тимчук, Г. М. Мкртчян // Экономика и качество систем связи. – 2024. – № 1(31). – С. 71-81. (11 стр. Личный вклад – 70%).

4. Mkrtchian G. Capsule-based and TCN-based Approaches for Spoofing Detection in Voice Biometry / K. Borodin, V. Kudryavtsev, G. Mkrtchian, M. Gorodnichev // Engineering, Technology and Applied Science Research. – 2024. – doi: 10.48084/etasr.8906. (6 стр. Личный вклад – 65%).

5. Mkrtchian G. AASIST3: KAN-enhanced AASIST speech deepfake detection using SSL features and additional regularization for the ASVspoof 2024 Challenge / K. Borodin, V. Kudryavtsev, D. Korzh, A. Efimenko, G. Mkrtchian, M. Gorodnichev, O. Rogov // The Automatic Speaker Verification Spoofing Countermeasures Workshop (ASVspoof 2024). – 2024. – doi: 10.21437/ASVspoof.2024-8. (8 стр. Личный вклад – 60%).
6. Mkrtchian G. Classification of Environmental Sounds Using Neural Networks / G. Mkrtchian, Y. Furletov // Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO). – IEEE, 2022. – doi: 10.1109/SYNCHROINFO55067.2022.9840922. (6 стр. Личный вклад – 80%).
7. Mkrtchian G. On the Task of Classifying Sound Patterns in Transport / M. Gorodnichev, G. Mkrtchian, Y. Furletov // Systems of signals generating and processing in the field of on board communications. – IEEE, 2023. – doi: 10.1109/IEEECONF56737.2023.10092004. (5 стр. Личный вклад – 60%).
8. Mkrtchian G. About Choosing the Audio Signal Representation in the Task of Vehicle Pattern Recognition / G. Mkrtchian, M. Gorodnichev, S. Simonov // Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). – IEEE, 2023. – doi: 10.1109/WECONF57201.2023.10147925. (4 стр. Личный вклад – 60%).
9. Mkrtchian G. On the Task of Localization of Road Infrastructure Objects Based on Audio Signals / S. Simonov, M. Moseva, K. Polyantseva, G. Mkrtchian // Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). – IEEE, 2023. – doi: 10.1109/WECONF57201.2023.10148037. (5 стр. Личный вклад – 70%).

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов:

1. ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», составленный Шадриным С. С., профессором передовой инженерной школы электротранспорта, д.т.н., доцентом (официальный оппонент);
2. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», составленный Ракитским А. А.,

доцентом кафедры прикладной математики и кибернетики, к.т.н., доцентом (официальный оппонент);

3. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», составленный Лимановой Н. И., заведующим кафедрой «Информационные системы и технологии», д.т.н., доцентом и утвержденный Горячкиным О. В., проректором по научной работе, д.т.н., профессором (ведущая организация);

4. ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», составленный Андриановой Е. Г., заведующим кафедрой корпоративных информационных систем, к.т.н., доцентом;

5. АНО «Институт Искусственного интеллекта», составленный Роговым О. Ю., руководителем научной группы «Доверенные и безопасные интеллектуальные системы», к.ф.-м.н.;

6. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», составленный Бахтиным А. А., заведующим кафедрой телекоммуникационных систем, к.т.н., доцентом;

7. НИЦ «Курчатовский институт», составленный Мироновым Ю. Б., ведущим научным сотрудником отделения суперкомпьютерных систем и параллельных вычислений, к.т.н.;

8. ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В. Ф. Уткина», составленный Перепелкиным Д. А., деканом факультета вычислительной техники, д.т.н., профессором.

В поступивших отзывах отмечается актуальность работы, новизна полученных результатов и их важность для науки и практики.

В отзывах на автореферат и диссертацию указаны следующие замечания:

- в работе говорится в общем о возможности применения модуля акустического анализа в системах ADAS, но не конкретизируется в каких конкретно, включая схемы интеграции и обмена данными;
- по непонятным причинам в работе опускается потенциал применения предлагаемого модуля цифровой обработки акустической информации на

объектах дорожно-транспортной инфраструктуры, что могло бы повысить практическую ценность исследования. Вместе с тем, в работе не упоминаются физические ограничения работы модуля цифровой обработки акустической информации на автомобильном транспорте (максимальная скорость движения, ограничения погодных условий и пр.);

- в работе в явном виде не приведена методика выбора моделей микрофонов, их количества и мест размещения на реальном автомобиле, как и полученные точности локализации окружающих объектов на основе анализа аудиоданных при проведении натурных экспериментов (угловая ориентация, расстояния и пр.);

- в работе имеются незначительные опечатки, ошибки в пунктуации и окончаниях слов (название главы 5, задача 6, описание объекта исследования, п.1 научной новизны и пр.). При оформлении графиков функций стоит подписывать названия осей с единицами измерений (рис. 1.2, рис. 2.6-2.10, рис. 3.10-3.14, рис. 4.9-4.11);

- отсутствует описание механизмов масштабируемости предложенного программно-аппаратного комплекса для обработки акустической информации при его внедрении на крупные автопарки или в городские инфраструктуры;

- в диссертации недостаточно освещены ограничения предложенных методов и алгоритмов, связанные с их применением в условиях нестандартных ситуаций на дороге (например, наличие большого количества одновременно звучащих акустических источников);

- возможно, стоило бы подробнее остановиться на применении разработанных методов в других предметных областях, помимо автотранспортной, так как такая возможность упоминается в выводах, но раскрыта не полностью в тексте диссертации;

- недостаточно описаны специфические термины и понятия в тексте диссертации;

- в ряде полученных экспериментальных результатов отсутствует

сопоставление с альтернативными методами, что затрудняет понимание преимуществ разработанного решения;

- в описании Label Tool не раскрыт механизм разрешения конфликтов при разметке, когда операторы дают противоречивые оценки. Рекомендуется уточнить, каким образом система агрегирует разметку, что позволит повысить объективность и качество итоговых данных;

- в тексте диссертации присутствуют грамматические и стилистические ошибки;

- целесообразность дополнительно исследовать взаимодействие разработанных алгоритмов с мультисенсорными системами, что позволит оценить эффективность комплексного подхода в условиях реального оперативного мониторинга дорожной обстановки;

- рекомендация провести углубленный анализ энергоэффективности алгоритмов при работе на мобильных устройствах и встроенных системах, что позволит оптимизировать потребление ресурсов при масштабном внедрении технологии;

- необходимость провести дополнительный анализ влияния динамических изменений дорожной среды и погодных условий на стабильность работы предложенных алгоритмов, что позволит повысить адаптивность системы при интеграции в реальные условия эксплуатации;

- не раскрыта часть по работе аппаратного комплекса с отечественной элементной базой, что могло бы повысить адаптируемость системы. Однако данный момент не оказывает существенного влияния на высокую научно-техническую ценность проделанной работы;

- целесообразность исследования возможности алгоритмов самообучения, позволяющих в режиме реального времени корректировать параметры модели на основе поступающей обратной связи.

Во всех поступивших отзывах отмечено, что отраженные в них замечания не носят принципиального характера и не снижают общего научного уровня диссертации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, высоким профессионализмом и научными достижениями в рассматриваемой области, наличием цитируемых публикаций, соответствующих сфере диссертационного исследования соискателя, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Официальным оппонентом д.т.н., доцентом Шадриным С. С. за последние 5 лет опубликовано 10 научных работ в рецензируемых изданиях в области, соответствующей теме оппонируемой работы; официальным оппонентом Ракитским А. А. за последние 5 лет опубликовано 9 научных работ в рецензируемых изданиях в области, соответствующей теме оппонируемой работы.

Сотрудниками кафедры информационных систем и технологий ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» за последние 5 лет опубликовано 14 научных работ в рецензируемых изданиях в области, соответствующей теме диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обусловлен также отсутствием совместных с соискателем проектов и печатных работ, а также тем, что соискатель и научный руководитель не являются работниками данных организаций.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны научно-обоснованные методы и архитектура программно-аппаратного комплекса, а также алгоритмы обработки акустической информации, в том числе:

1) метод сбора акустической информации дорожных событий, позволяющий повысить эффективность подготовки набора данных и минимизировать влияние человеческого фактора, что достигается за счёт использования предобученной модели, исключаяющей вероятность пропуска событий из-за человеческой невнимательности или утомляемости;

2) алгоритм повышения устойчивости процесса обучения нейронной сети классификации акустических данных, позволяющий осуществить перенос знаний методом дистилляции из полноразмерной модели с количеством параметров 90,3 млн параметров, в компактную, с редукцией объёма параметров до 0.19 млн при сохранении целевых метрик точности на уровне не ниже 92%;

3) алгоритм классификации акустических данных о дорожных событиях, позволяющий повысить точность компактных нейросетевых моделей не менее чем на 3% в условиях зашумленной обстановки;

4) архитектура нейросетевого программно-аппаратного комплекса сбора, хранения и обработки цифрового сигнала, позволяющего повысить безопасность передвижения транспортных средств на дорогах общего пользования за счет интеграции разработанных методов и средств обработки акустической информации в существующие информационные системы помощи водителям;

предложен подход распознавания акустической информации событий окружающей среды на базе нейросетевых методов, позволяющий обрабатывать зашумленные данные на борту с возможностью интеграции в системы ADAS;

доказана перспективность использования предлагаемых научно-технических решений в задаче обработки акустической информации в условиях реальной среды;

введены новые понятия: новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость обоснована тем, что:

доказана целесообразность и эффективность использования нейросетевых алгоритмов акустического анализа, а также метода сбора и аннотирования данных, основанного на использовании предобученной модели;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы автоматической обработки акустических данных, статистического анализа, цифровой обработки сигналов и

программирования;

изложены принципы применения робастных методов для повышения устойчивости процесса обучения нейронной сети классификации акустических данных, а также принципы создания метода накопления информации;

раскрыты недостатки существующих нейросетевых алгоритмов акустического мониторинга окружающей среды, включая их недостаточную для практического использования точность;

изучены принципы построения высоконадежных вычислительных систем;

проведена модернизация существующих нейросетевых алгоритмов акустического анализа путем замены финальных слоев на блоки KAN, которые применяют В-сплайны для гладкой аппроксимации, что позволило повысить точность классификации акустических шаблонов.

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

разработаны и внедрены:

- метод сбора и аннотирования акустической информации, отличающийся внедрением предобученной модели распознавания, позволяющий повысить скорость аннотирования данных не менее, чем на 30%, а также архитектура программно-аппаратного комплекса сбора, хранения и классификации акустической информации, обладающая возможностью непрерывной обработки цифрового сигнала, внедрены в ООО «МКАД», позволив осуществить выбор эффективных решений при разработке программного комплекса натурных акустических и виброакустических измерений на разных этапах проектирования, строительства и реконструкции уникальных зданий и сооружений;

- алгоритм классификации акустических данных, демонстрирующий высокую точность работы (не менее 94%) в условиях городской среды, обеспечивающий устойчивость к шумам и сложным акустическим условиям за счет применения современных нейросетевых архитектур на основе

трансформеров, внедрен в систему комплекса безопасности в ООО «ЭР СИ ТЕХНОЛОДЖИС»;

- алгоритм повышения устойчивости при обучении нейронной сети, предназначенный для классификации акустических данных, внедрен в учебный процесс кафедры «Математическая кибернетика и информационные технологии» МТУСИ;

- использование результатов работы на практике подтверждено соответствующими актами о внедрении;

определены границы применимости разработанных нейросетевых алгоритмов анализа акустических сигналов, а также перспективы их практического применения;

создано аппаратное, алгоритмическое и программное обеспечение системы обработки акустической информации;

представлены исследования по выбору нейросетевых алгоритмов и предложения по их усовершенствованию.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: проведены натурные эксперименты с использованием разработанного программно-аппаратного комплекса, которые подтвердили воспроизводимость результатов в различных условиях, а также эффективность предложенных нейросетевых алгоритмов в сравнении с известными аналогами;

теория построена с использованием известных методов и положений математического аппарата нейронных сетей; подтверждена сходимость результатов теоретических и практических исследований; не противоречит известным положениям фундаментальных и прикладных наук, и исследованиям в данной предметной области, полученным другими авторами;

идея базируется на анализе и обобщении результатов отечественных и зарубежных исследований и разработок в области нейросетевых алгоритмов, методов анализа акустических данных, алгоритмов акустического мониторинга;

использовано сравнение полученных соискателем данных и известных результатов по тематике диссертационной работы, полученных ранее и представленных в научных источниках по рассматриваемой тематике;

установлены качественные преимущества результатов, полученных автором, по сравнению с результатами в независимых источниках по задаче повышения безопасности дорожного движения;

использованы современные методы сбора и обработки исходных данных, современные технологии программирования (язык программирования Python, механизм контейнеризации Docker и др.).

Личный вклад соискателя состоит в формулировке цели и задач исследования, теоретическом и методическом обосновании путей их решения; положений, выносимых на защиту; выполнение исследований, обработке и интерпретации полученных данных; подготовке основных научных публикаций по теме диссертации, в апробации результатов исследований; во внедрении полученных результатов исследования.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Мкртчян Грач Маратович ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, с основной частью замечаний согласился.

На заседании 22 мая 2025 г. диссертационный совет 55.2.002.02 в соответствии с критериями «Положения о порядке присуждения ученых степеней» принял решение оценить диссертацию Мкртчяна Грача Маратовича как завершённую научно-квалификационную работу, выполненную лично автором, в которой содержится совокупность научно-обоснованных технических решений, направленных на развитие нейросетевых методов, средств и алгоритмов распознавания акустических сигналов, и присудить Мкртчяну Грачу Маратовичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.3.8. «Информатика и информационные процессы» (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук по специальности 2.3.8. «Информатика и информационные процессы» (технические науки), участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 12, «против» - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного совета
доктор технических наук, профессор

Ю.Л. Леохин

Ученый секретарь диссертационного совета
(приказ ректора МТУСИ от 19.02.2025, №50-о)
доктор технических наук, доцент

Ю.В. Полищук

Дата оформления заключения 22 мая 2025 г.