

ОТЗЫВ

официального рецензента Айтмагамбетова Алтая Зуфаровича на диссертационную работу Нурланкызы Айгүль на тему «Разработка интеллектуального метода детектирования речевого сигнала при низком отношении сигнал/шум», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы); 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы); 3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).	1.1 Диссертационная работа Нурланкызы Айгүль полностью соответствует приоритетам государственной научно-технической политики и положениям Национального проекта «Доступный Интернет» (2023–2027 годы), утвержденного Постановлением Правительства Республики Казахстан. Исследование направлено на решение актуальной научно-практической задачи – повышение устойчивости и точности обработки речевых сигналов в условиях нестабильной телекоммуникационной среды. Работа опирается на современные подходы в области искусственного интеллекта и машинного обучения, что соответствует стратегическому направлению по внедрению цифровых технологий и интеллектуальных систем в сферу связи и телекоммуникаций. Работа выполнена в рамках проекта на 2023–2025 годы № AP19678995 на тему «Разработка метода распознавания дикторов с применением глубоких нейронных сетей при ультракороткой продолжительности чистой речи», финансируемого Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Также Нурланкызы А. является научным руководителем проекта «Жас Фальм» № AP22684173 на тему «Разработка высокоэффективного нейросетевого метода обнаружения голосовой активности при низком уровне отношения сигнал/шум», финансируемого Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан.

2.	Важность для науки	Работа <i>вносит/не</i> вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <i>раскрыта/не</i> раскрыта.	Работа вносит существенный вклад в повышение точности и устойчивости интеллектуальных методов детектирования голосовой активности (VAD) в условиях низкого отношения сигнал/шум. Важность темы раскрыта через теоретическое обоснование, практическую направленность и подтверждена результатами экспериментальной оценки.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <i>высокий</i> ; 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Диссертационная работа Нуруланкызы А. представляет собой новое, самостоятельное исследование, имеющее как научную, так и практическую значимость, и свидетельствует о существенном личном вкладе автора в развитие науки. В рамках исследования разработана имитационная модель в виде виртуальной лабораторно-исследовательской работы. Результаты диссертации нашли практическое применение, что подтверждается актом внедрения в образовательный процесс и свидетельством о регистрации объекта авторского права. Такие достижения подтверждают высокий уровень самостоятельности и значительный вклад автора в выполнение научной работы.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <i>обоснована</i> ; 2) частично обоснована; 3) не обоснована. 4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <i>отражает</i> ; 2) частично отражает; 3) не отражает. 4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <i>соответствуют</i> ; 2) частично соответствуют;	Актуальность диссертационной работы Нуруланкызы А. в основном раскрыта во введении. Автор обоснованно указывает на необходимость разработки интеллектуальных методов VAD при низком уровне сигнал/шум, особенно в условиях активной цифровизации, развития телекоммуникационных технологий и формирования мультязычных систем распознавания речевого сигнала. Содержание диссертации в полном объеме отражает заявленную тему, а также соответствует сформулированной цели и поставленным задачам исследования. Поставленные в работе цель и задачи исследования полностью соответствуют теме диссертации и раскрывают ее содержание. Также в работе:

3) не соответствуют.	- обоснована эффективность гибридных нейросетевых архитектур для задачи детектирования речевого сигнала, обеспечивающих высокую точность даже в условиях низкого отношения С/Ш; - разработан интеллектуальный метод VAD, адаптированный для работы в широком диапазоне низких значений отношения С/Ш, что подтверждено результатами экспериментальной оценки с использованием гибридных нейросетевых архитектур; - подтверждена возможность межязыкового применения моделей, обученных на казахском языке, при распознавании речевого сигнала на других языках; - разработана виртуальная модель для лабораторных исследований моделей нейронных сетей, применяемых в задаче распознавания речевого сигнала.
4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	В работе прослеживается логическая взаимосвязь между разделами и формулируемыми положениями. Каждый раздел подробно раскрывает выносимые на защиту положения. Работа отличается внутренним единством, последовательностью изложения и взаимосвязанностью полученных результатов по всем исследуемым аспектам. Предложенные автором новые решения аргументированы и обоснованы сравнительным анализом с существующими подходами. Обоснована эффективность гибридных нейросетевых архитектур для задачи детектирования речевого сигнала, обеспечивающих высокую точность даже в условиях низкого отношения сигнал/шум. Разработан интеллектуальный метод VAD, адаптированный для работы в широком диапазоне низких значений С/Ш, что подтверждено результатами экспериментальной оценки. Подтверждена возможность межязыкового применения моделей, обученных на казахском языке, при распознавании речи на других языках. Разработана виртуальная лабораторная модель для исследования нейросетевых решений, что усиливает практическую направленность диссертации.
1) <i>полностью взаимосвязаны;</i>	
2) взаимосвязь частичная;	
3) взаимосвязь отсутствует.	
4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	
1) <i>критический анализ есть;</i>	
2) анализ частичный;	
3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;	
4) анализ отсутствует.	

		Данные решения демонстрируют научную новизну и практическую значимость, а также превосходят по эффективности ряд известных подходов, что подтверждается результатами экспериментов.
5. Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <i>полностью новые</i>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Научные результаты и положения подтверждаются публикациями в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, докладами на международных конференциях и форумах, статьями, опубликованными в журналах, индексируемых в базе данных Scopus, а также свидетельством о внесении сведений в Государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 48570 от 24 июля 2024 года.
	5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) <i>полностью новые</i>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Результаты и выводы базируются на теоретически обоснованной методике и обширном экспериментальном материале, собранном и проанализированном автором. Полученные научные результаты представляют собой новый материал, доказательно подтвержденный результатами детального анализа, включая сравнительное тестирование различных нейросетевых архитектур при различных уровнях сигнал/шум и в условиях многоязычной обработки речи. Новизна выводов подтверждается публикациями, свидетельством о регистрации авторского права и внедрением результатов в образовательный процесс.
	5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) <i>полностью новые</i>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Технические, технологические и управленческие решения являются новыми и обоснованными. В диссертационной работе предложен новый интеллектуальный метод VAD, основанный на гибридных нейросетевых архитектурах, который обеспечивает высокую точность распознавания в условиях низкого отношения сигнал/шум. Технологические решения реализованы в виде программной модели и виртуальной лабораторно-исследовательской среды, что обеспечивает практическое применение результатов. Управленческий аспект выражается во внедрении разработок в образовательный процесс, что способствует цифровизации

			подготовки специалистов. Все решения аргументированы теоретически и подтверждены экспериментально.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (кваликатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах, опирающихся на теоретические обоснования и результаты детального экспериментального анализа. Проведенные исследования включают сравнительное тестирование одиночных и гибридных нейросетевых моделей, оценку устойчивости к шуму и межязыковую адаптацию. Полученные данные полностью подтвердили положения диссертационной работы, выносимые на защиту, и демонстрируют как научную новизну, так и практическую значимость результатов.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно. 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно. 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет;	Элементы тривиальности в данной диссертационной работе отсутствуют. На защиту вынесы 4 положения: Ответы по первому положению: 7.1 доказано 7.2 нет 7.3 да 7.4 широкий 7.5 да Ответы по второму положению: 7.1 доказано 7.2 нет 7.3 да 7.4 широкий 7.5 да Ответы по третьему положению: 7.1 доказано 7.2 нет 7.3 да 7.4 широкий 7.5 да

Открыт

		3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	Ответы по четвертому положению: 7.1 доказано 7.2 нет 7.3 да 7.4 широкий 7.5 да
		7.4 Уровень для применения:	
		1) узкий;	
		2) <i>средний</i> ;	
		3) широкий;	
		4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	
		7.5 Доказано ли в статье?	
		1) <i>да</i> ;	
		2) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	Для решения поставленных задач в работе был проведен всесторонний анализ более 100 в основном зарубежных источников. В работе четко обоснован выбор методов машинного обучения и нейросетевых архитектур для решения задачи VAD в условиях низкого отношения сигнал/шум. Методология охватывает разработку, обучение и тестирование как одиночных, так и гибридных нейросетевых моделей, а также включает описание подходов к сбору и предварительной обработке данных, выбору оценочных метрик и постановке экспериментальных условий. В тексте диссертации не во всех случаях приведены полные параметры разработанных нейросетевых моделей, включая количество слоев, размер скрытых состояний, типы функций активации, использование dropout, а также наличие или отсутствие нормализаций.
	Достоверность источников и предоставляемой информации	1) <i>да</i> ;	
		2) нет.	

Handwritten signature

	8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет.	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований, а также актуальных подходов к обработке и интерпретации данных. В ходе выполнения работы использованы компьютерные технологии и инструменты машинного обучения, включая язык программирования Python и соответствующие библиотеки, что обеспечило реализацию, обучение и тестирование нейросетевых моделей, а также проведение комплексного анализа экспериментальных данных. Применены стандартные метрики оценки качества моделей (Accuracy, Precision, Recall, F1-score), а также проведен сравнительный анализ различных архитектур с целью оценки устойчивости к шуму
	8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты показаны на основе педагогического эксперимента): 1) да; 2) нет.	Все выводы основаны на результатах самостоятельных вычислительных экспериментов и подтверждают достоверность выявленных закономерностей.
	8.4 Важные утверждения <i>подтверждены</i>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, о чем свидетельствует список использованной литературы в количестве 102 наименований.
	8.5 Использованные источники литературы <i>достаточно</i>/не достаточно для литературного обзора.	Автор сделал обзор по достаточноному количеству литературных источников. В работе был сделан анализ и обзор 102 наименований источников литературы. Однако, с учетом междисциплинарного характера исследования и стремительного развития области

			интеллектуальных технологий и обработки речевых сигналов, целесообразно было бы расширить литературный обзор хотя бы до 120 источников, сделав акцент на англоязычные публикации последних 3–5 лет, индексируемые в международных научных базах данных, таких как <i>IEEE Xplore, Scopus, Web of Science</i> и др.	
9	Принцип практической ценности	9.1	Диссертация имеет	Диссертационная работа Нурланкызы А. обладает значительным теоретическим значением. В исследовании проведен системный анализ и сравнительная оценка одиночных нейросетевых архитектур, таких как MLP, CNN, а также RNN. На основе теоретического обоснования и серии экспериментов выявлены ограничения одиночных моделей в задаче детектирования голосовой активности при низком уровне сигнал/шум, что послужило основой для разработки гибридных нейросетевых решений. В работе предложены и реализованы гибридные архитектуры CNN+BiGRU, CNN+BiLSTM, CNN+GRU, CNN+LSTM и CNN+TDNN, каждая из которых сочетает в себе преимущества сверточной обработки признаков и последовательной обработки временной структуры сигнала. Выбор указанных моделей теоретически аргументирован и подтвержден результатами анализа и серии экспериментов. Таким образом, диссертация расширяет научные представления о применении нейросетевых методов в условиях неблагоприятной акустической среды и вносит вклад в развитие теории интеллектуальной обработки речевых сигналов. Несмотря на проведенный подробный сравнительный анализ гибридных моделей между собой, в диссертации отсутствуют результаты сопоставления с классическими алгоритмами VAD.
		теоретическое значение:		
		1) да;		
		2) нет.		
		9.2	Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Практическая значимость подтверждается разработкой виртуальной лабораторно-исследовательской модели работы, обеспечивающей воспроизводимость результатов и их применение в образовательной среде. Практическая реализация подтверждена актом внедрения и регистрацией авторских прав. Возможность межязыковой адаптации моделей, обученных на казахском языке, открывает широкие перспективы интеграции в многоязычные
		1) да;		
		2) нет.		

Step

		9.3 Предложения для практики являются новыми: 1) <i>полностью новые</i>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	системы распознавания речи. Устойчивость, адаптивность и эффективность разработанных решений позволяют говорить о высокой степени их готовности к внедрению в программные и аппаратные средства современных речевых технологий. Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке и экспериментальной оценке интеллектуального метода детектирования речевого сигнала при низком отношении сигнал/шум, основанного на использовании гибридных нейросетевых архитектур, обученных на казахском языке. Также к числу новых результатов относятся разработка имитационной модели для выполнения лабораторно-исследовательских работ, направленных на изучение нейросетевых методов распознавания речевого сигнала. Практическая значимость диссертационной работы подтверждается актом внедрения результатов в учебный процесс кафедры «Радиотехника, электроника и телекоммуникации» Международного университета информационных технологий. Разработанный виртуальный модуль используется для подготовки студентов в области интеллектуальных телекоммуникационных систем.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <i>высокое</i>; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертация написана грамотным научно-техническим, доступным для читателя языком. Стиль изложения лаконичный. Формулировки основных положений и выводов носят логичный, законченный характер. Однако в работе имеются незначительные стилистические и орфографические ошибки, включая отдельные неточности в пунктуации, написании слов и формулировках, которые в отдельных случаях могут снизить ясность восприятия текста.
11.	Замечания к диссертации	1. В диссертации использовано 102 источника литературы, что в целом является достаточным. Однако с учетом междисциплинарного характера исследования и динамичного развития области, целесообразно было бы расширить обзор хотя бы до 120 источников, сделав акцент на англоязычные публикации последних 3-5 лет, индексируемые в международных базах данных, таких как IEEE Xplore, Scopus, Web of Science и др., особенно по темам VAD, шумоустойчивости и нейросетевых архитектур. 2. Несмотря на проведенный подробный сравнительный анализ гибридных моделей между собой, в диссертации отсутствуют результаты сопоставления с классическими алгоритмами VAD. Учитывая, что	

		такие алгоритмы все еще применяются на практике, их включение в сравнительный анализ могло бы более наглядно продемонстрировать превосходство предложенного метода. 3. В тексте диссертации не во всех случаях приведены полные параметры разработанных нейросетевых моделей, включая количество слоев, размер скрытых состояний, типы функций активации, использование dropout, а также наличие или отсутствие нормализаций. 4. Также в работе есть незначительные стилистические и орфографические ошибки, включая неточности в пунктуации, написании отдельных слов и формулировках, которые местами могут снижать плавность восприятия текста. Тем не менее, данные погрешности не искажают смысл излагаемого материала, не влияют на научное содержание и выводы работы, а также не нарушают общую структуру и логику изложения.
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	Основные результаты исследования опубликованы в научных изданиях, подтверждающих высокий научный уровень выполненной работы. В частности, докторантом опубликованы 2 статьи в международном журнале Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, индексируемом в базе данных Scopus (CiteScore процентиль – 46), а также 5 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан. Публикации охватывают важные направления диссертационного исследования, включая разработку и экспериментальную оценку интеллектуального метода VAD, сравнительный анализ нейросетевых архитектур и вопросы межязыковой адаптации моделей. Представленные статьи соответствуют международным требованиям к научным публикациям и подтверждают как новизну, так и прикладную значимость выполненной работы.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Таким образом, считаю, что диссертационная работа соответствует всем требованиям, а ее автор Нуруланкызы Айгуль заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

Официальный рецензент

Международный университет информационных технологий
кандидат технических наук, профессор,
Академик Международной Академии связи

Айтмарамбетов А.З.

