

РЕЦЕНЗИЯ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА

на диссертационную работу **Тохтахунова Ильмурата Турдымагаметовича** на тему **«Deep Learning Models and Methods for Finding "Similar Audience" in Targeted Advertising»** («Модели и методы глубокого обучения для поиска "похожей аудитории" при таргетированной рекламе»),

представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе: 8D06105 — «Data Science»

№	Критерии	Соответствие (выберите один вариант ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату её утверждения) соответствует направлениям научного развития и/или государственным программам	1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемой из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) <u>Диссертация соответствует приоритетному направлению развития наук, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</u>	Тема диссертации соответствует приоритетному направлению научного развития «Информационно-коммуникационные технологии». Продолжающийся переход Казахстана к цифровой экономике, основанной на данных, формализованный в Национальном проекте «Цифровой Казахстан» (Постановление Правительства № 827, 2017 г.), Стратегическом плане развития до 2025 года (Указ Президента № 636, 2018 г.) и Концепции развития науки на 2022–2026 годы (Постановление Правительства № 736, 2021 г.) требует масштабируемых интеллектуальных систем, способных обрабатывать большие объемы разнородных абонентских данных в коммерческих целях.
2.	Значимость для науки	Работа <u>вносит</u> / не вносит существенный вклад в науку, и её важность <u>хорошо раскрыта</u> / не раскрыта	Данная работа <u>вносит</u> значительный вклад в науку, и её важность хорошо известна. Работа имеет значимую научную ценность и вносит существенный вклад в прикладную науку о данных, особенно в представление и анализ на основе сходства крупномасштабных гетерогенных табличных данных. Её основной вклад заключается в систематической интеграции, адаптации и

			промышленной валидации существующих методов глубокого обучения, а не во внедрении принципиально новой теории обучения. Научная значимость в целом хорошо известна, хотя некоторые утверждения относительно теоретической новизны следует формулировать более осторожно.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>высокий</u> ; 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет	Уровень самостоятельности - <u>высокий</u> . Диссертация демонстрирует высокий уровень самостоятельности автора. Автор самостоятельно сформулировал исследовательский подход, разработал и реализовал предложенные модели автокодировщика и Siamese нейронной сети, спроектировал конвейер обработки данных/поток машинного обучения и процедуры экспериментальной проверки, проанализировал полученные результаты и участвовал во внедрении разработанной системы в промышленной среде. Последовательность этапов исследования, от формулировки проблемы до практического внедрения и публикации результатов, подтверждает существенный личный вклад автора.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>обоснована</u> ; 2) частично обоснована; 3) не обоснована	Актуальность исследования <u>обоснована</u> . Три независимых эмпирических наблюдения одновременно мотивируют данное исследование: (а) классическое линейное снижение размерности не позволяет выявить нелинейную структуру взаимодействия, присутствующую в поведенческих данных телекоммуникаций; (б) контролируемые классификаторы для каждой кампании не масштабируются для одновременной доставки рекламных услуг B2B нескольким клиентам; (в) до данной работы не существовало обобщенной модели сходства для телекоммуникационной области. Совпадение этих трех пробелов полностью оправдывает выбранное направление исследования.

	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>отражает</u>; 2) частично отражает; 3) не отражает	Содержание <u>отражает</u> тему в полной мере. Название обещает «модели и методы глубокого обучения для поиска похожей аудитории»: глава 1 рассматривает существующие модели и устанавливает пробел; глава 2 подготавливает данные, обеспечивающие обучение модели; глава 3 разрабатывает основную модель автокодировщика; глава 4 расширяет её методом сиамского сходства; глава 5 помещает модель в производственную систему; глава 6 экспериментально подтверждает все утверждения. Ни одна глава не отклоняется от заявленной темы.
	4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u>; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	<u>Соответствуют</u>. Заявленная цель — исследовать методы обучения представлений и разработать масштабируемую систему похожей аудитории — декомпозирована в четыре конкретных научных вклада, каждый из которых экспериментально валидирован в главе 6. Соответствие вклада экспериментальному результату является явным и проверяемым.
	4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>; 2) связь частичная; 3) связь отсутствует	<u>Полностью взаимосвязаны</u>. Через диссертацию прослеживается чёткая цепочка зависимостей: решения по предобработке из главы 2 (порог корреляции 0,77, удаление выбросов методом изоляционного леса) непосредственно определяют, какие признаки поступают в автокодировщики главы 3. 288-мерные латентные векторы из главы 3 являются единственными входными данными как для модуля косинусного поиска, так и для модуля сиамского сходства главы 4. Архитектура инференса главы 5 операционализирует конвейеры оценки, разработанные в главе 4. Глава 6 оценивает совокупный результат всех предыдущих глав. Несвязанных компонентов нет.

		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ есть</u>; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов; 4) анализ отсутствует	<u>Проводится критический анализ.</u> Автор оценивает предложенные решения в сравнении с несколькими устоявшимися методами и дает интерпретацию полученных экспериментальных результатов. Сравнительный анализ демонстрирует преимущества предложенной структуры, основанной на автокодировщике и Siamese сети.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Являются ли научные результаты и положения новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25–75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	<u>Научные результаты являются совершенно новыми.</u> Автор предлагает оригинальную интеграцию обучения многообъектному представлению, многоуровневых автокодировщиков и моделирования сходства на основе сиамских сетей для гетерогенных телекоммуникационных данных и проверяет предложенную структуру на крупномасштабных реальных наборах данных. При этом основные алгоритмы и архитектурные компоненты основаны на устоявшихся методах глубокого обучения. Таким образом, главная новизна работы связана с адаптацией, комбинированием и промышленной проверкой известных подходов.
		5.2 Являются ли выводы диссертации новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25–75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	<u>Полностью новая работа.</u> Автор представляет оригинальные экспериментальные результаты, касающиеся эффективности предложенной структуры многообъектного встраивания и обучения сходству на больших объемах гетерогенных телекоммуникационных данных. Выводы относительно повышения производительности, вычислительной эффективности и практического применения специфичны для проведенного исследования. Тем не менее, некоторые выводы

			подтверждают уже установленные свойства автокодировщиков, скрытых представлений и сиамских сетей.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25–75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Технические и управленческие решения являются <u>полностью новыми</u>. Решение использовать отдельные предметно-ориентированные автокодировщики вместо единой совместной модели было оценено эмпирически (совместная модель показала более низкий Lift на последующих этапах) и обосновано анализом взаимной информации, показавшим, что внутриобъектные корреляции превышают межобъектные в 4,6 раза. Выбор контрастивных потерь вместо триплетных обоснован анализом стабильности обучения. Двухрежимная архитектура инференса (Spark RDD для НИОКР, Pandas+joblib для производства) — это новое инженерное решение, обоснованное операционными ограничениями целевой среды развёртывания.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u> / не основаны на весомах с научной точки зрения доказательства либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	<u>Основные выводы основаны на научно обоснованных данных.</u> Основные выводы диссертации достаточно хорошо обоснованы. Автор опирается на экспериментальные результаты, полученные на крупномасштабном реальном наборе данных телекоммуникаций, сравнения с установленными базовыми методами и оценку в рамках 17 рекламных кампаний с использованием множества показателей эффективности. Тем не менее, достоверность выводов можно было бы повысить за счет проверки статистической значимости, сообщения о вариативности показателей и внешней проверки на независимых наборах данных.
7.	Основные положения,	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	7.1 Все четыре положения <u>доказаны</u>. 7.2 <u>Не является тривиальным</u>.

	выносимые на защиту	7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u>; 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) <u>нет</u>; 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u>; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u>; 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет;	7.3 <u>Новое</u>. 7.4 Уровень применения — <u>широкий</u>. 7.5 <u>Доказано в статьях</u>.

		3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно	
8.	Принцип надёжности. Надёжность источников и предоставленной информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) <u>да</u> ; 2) нет	<u>Да</u> , выбор методики обоснован и описан достаточно подробно. В диссертации представлены основные этапы предварительной обработки данных, построения моделей, обучения, обучения по подобию, сравнительной оценки и практической реализации. Выбранные методы соответствуют целям исследования и характеристикам набора данных. Однако методологическое описание можно было бы дополнительно улучшить, предоставив более подробную информацию о выборе гиперпараметров, настройках воспроизводимости, статистическом тестировании и построении положительных и отрицательных пар.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u> ; 2) нет	<u>Да</u> .
		8.3 Теоретические выводы, модели выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны И подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u> ;	<u>Да</u> .

		2) нет	
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> / частично подтверждены / не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	<u>Подтверждены.</u>
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> / не достаточны для литературного обзора	<u>Достаточны.</u>
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) нет	<u>Да.</u>
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет	<u>Да.</u>
		9.3 Предложения для практики являются новыми: 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25–75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	<u>Полностью новые.</u>
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u> ;	Качество академического письма — <u>высокое.</u>

		2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое	
11.	Замечания и предложения по диссертации		Научную новизну следует формулировать с большей осторожностью, поскольку основной вклад заключается в интеграции и применении устоявшихся методов глубокого обучения. Утверждение о междисциплинарной применимости следует ограничить, поскольку проверка проводилась в основном на данных телекоммуникаций. Выбор 288-мерного латентного пространства и ключевых гиперпараметров следует обосновать более подробно. В целом, диссертация рассматривает актуальную проблему и демонстрирует высокую практическую ценность, но утверждения о новизне и экспериментальная проверка должны быть представлены более точно.
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты дают заключение о научном уровне каждой статьи)		Представленные публикации демонстрируют последовательную исследовательскую траекторию, в которой каждая статья основывается на результатах предыдущей, образуя совокупный научный вклад, соответствующий уровню научных исследований.

	докторанта по теме исследования).		
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 действующего Типового положения)		Ходатайствовать перед Комитетом о присвоении степени доктора философии (PhD)

Заключение

Представленная диссертация на соискание степени доктора философии (PhD) **Тохтахунова Ильмурата Турдымагаметовича** на тему «**Deep Learning Models and Methods for Finding "Similar Audience" in Targeted Advertising**» («Модели и методы глубокого обучения для поиска похожей аудитории при таргетированной рекламе») отвечает требованиям «Правил присуждения степеней», а ее автор заслуживает ходатайствовать перед Комитетом для присуждения докторанту степени доктора философии (PhD).

Официальный рецензент:

PhD, Старший научный сотрудник, Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан

Подпись



Мерембаев Т.Ж.

REVIEW OF THE OFFICIAL REVIEWER

on the dissertation work of Tokhtakhunov Il'murat Turdymagametovich on the topic «Deep Learning Models and Methods for Finding “Similar Audience” in Targeted Advertising»,

provided for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the educational program: 8D06105 – «Data Science»

№	Criteria	Eligibility (please select one answer option)	Justification of the official reviewer's position
1	The topic of the thesis (as of the date of its approval) corresponds to the directions of scientific development and/or government programs	Compliance with priority areas of scientific development or government programs: 1) The dissertation was completed within the project or target program financed from the state budget 2) The dissertation was completed within the other state program 3) <u>The thesis corresponds to the priority direction of scientific development, approved by the Higher Scientific and Technical Commission under the Government of the Republic of Kazakhstan (indicate direction)</u>	The dissertation topic <u>corresponds to the priority direction</u> of scientific development «Information and Communication Technologies». Kazakhstan's ongoing transition to a data-driven digital economy — formalised in the National Project «Digital Kazakhstan» (Government Resolution No. 827, 2017), the Strategic Development Plan until 2025 (Presidential Decree No. 636, 2018), and the Concept for the Development of Science for 2022–2026 (Government Resolution No. 736, 2021) — requires scalable intelligent systems capable of processing large volumes of heterogeneous subscriber data for commercial purposes.
2	Importance for science	The work <u>makes</u> / does not make a significant contribution to science and its importance is <u>well-disclosed</u> / not disclosed	The work <u>makes a significant contribution to science</u>, and its importance is well-disclosed. The work has meaningful scientific value and makes a relevant contribution to applied data science, particularly in the representation and similarity-based analysis of large-scale heterogeneous tabular data. Its main contribution lies in the systematic integration, adaptation, and industrial validation of established deep-learning

			methods rather and less introduction of a fundamentally new learning theory. The scientific importance is generally well disclosed, although some claims concerning theoretical novelty should be formulated more cautiously..
3	The principle of self-reliance	Self-reliance level: 1) <u>high</u> ; 2) average; 3) low; 4) no independence	Self-reliance level — <u>high</u> . The dissertation demonstrates a high level of the author's independence. The author independently formulated the research approach, developed and implemented the proposed autoencoder and Siamese-network models, designed the data pipeline/ML flow and experimental validation procedures, analysed the obtained results, and participated in the implementation of the developed system in an industrial environment. The consistency of the research stages, from problem formulation to practical deployment and publication of the results, confirms the author's substantial personal contribution.
4	The principle of internal unity	4.1 Justification of the relevance of the thesis: 1) <u>justified</u> ; 2) partially justified; 3) not justified	Relevance is <u>justified</u> . Three independent empirical observations simultaneously motivate the research: (a) classical linear dimensionality reduction fails to capture the nonlinear interaction structure present in telecommunications behavioral data; (b) supervised per-campaign classifiers cannot scale to simultaneous multi-client B2B advertising service delivery; (c) no generalized look-alike framework existed for the telecommunications domain prior to this work. The convergence of these three gaps fully justifies the research direction.
		4.2 The content of the thesis reflects its topic: 1) <u>reflects</u> ;	Content <u>reflects</u> the topic fully. The title promises «models and methods of deep learning for finding lookalike audiences»: Chapter 1

		2) partially reflects; 3) does not reflect	surveys existing models and establishes the gap; Chapter 2 prepares the data enabling model training; Chapter 3 develops the core autoencoder model; Chapter 4 extends it with a Siamese similarity method; Chapter 5 places the model within a production system; Chapter 6 validates all claims experimentally. No chapter diverges from the stated topic.
		4.3 The purpose and objectives correspond to the topic of the thesis: 1) <u>correspond</u>; 2) partially correspond; 3) do not correspond	<u>Correspond</u>. The stated aim to investigate representation learning methods and develop a scalable look-alike system is decomposed into four specific research contributions, each of which is experimentally validated in Chapter 6. The mapping from contribution to experimental result is explicit and verifiable.
		4.4 All sections and provisions of the dissertation are logically interconnected: 1) <u>completely interconnected</u>; 2) the relationship is partial; 3) there is no relationship	<u>Completely interconnected</u>. A clear dependency chain runs through the dissertation: the preprocessing choices of Chapter 2 (correlation threshold 0.77, isolation forest outlier removal) directly determine which features enter the autoencoders of Chapter 3. The 288-dimensional latent vectors from Chapter 3 are the exclusive input to both the cosine retrieval and Siamese similarity modules of Chapter 4. The inference architecture of Chapter 5 operationalises the scoring pipelines developed in Chapter 4. Chapter 6 evaluates the cumulative output of all preceding chapters. There are no disconnected components.
		4.5 The new solutions (principles, methods) proposed by the author are argued and evaluated in comparison with known solutions:	<u>There is a critical analysis</u>. The author evaluates the proposed solutions against several established methods and provides an interpretation of the obtained experimental results. The comparative

		1) <u>there is a critical analysis</u> ; 2) partial analysis; 3) the analysis does not represent one's own opinions, but quotes from other authors 4) no analysis	analysis demonstrates the advantages of the proposed autoencoder- and Siamese-network-based framework. .
5	The principle of scientific novelty	5.1 Are the scientific results and provisions new?	Scientific results are <u>completely new</u> . The author proposes an original integration of multi-entity representation learning, stacked autoencoders, and Siamese-network-based similarity modelling for heterogeneous telecommunications data and validates the framework on large-scale real-world datasets. At the same time, the principal algorithms and architectural components are based on established deep-learning methods. Thus, the main novelty of the work is associated with the adaptation, combination, and industrial validation of known approaches.
		5.2 Are the conclusions of the dissertation new? 1) <u>completely new</u> ; 2) partially new (25–75% are new); 3) not new (less than 25% are new)	<u>Completely new</u> . Author presents original experimental results concerning the effectiveness of the proposed multi-entity embedding and similarity-learning framework on large-scale heterogeneous telecommunications data. The conclusions regarding performance improvements, computational efficiency, and practical deployment are specific to the conducted research. Nevertheless, some conclusions confirm already established properties of autoencoders, latent representations, and Siamese networks.
		5.3 Technical, technological, economic, or managerial decisions are new and justified:	Technical and managerial decisions are <u>completely new</u> . The decision to use separate entity-specific autoencoders rather than a single joint model was evaluated empirically (joint model produced

		1) <u>completely new</u> ; 2) partially new (25–75% are new); 3) not new (less than 25% are new)	lower downstream Lift) and is justified by pairwise mutual information analysis showing within-entity correlations exceed cross-entity correlations by a factor of 4.6. The choice of contrastive over triplet loss is justified by training stability analysis. The dual-mode inference architecture (Spark RDD for RnD, Pandas+joblib for production) is a novel engineering decision justified by operational constraints of the target deployment environment.
6	Validity of the main conclusions	All key findings <u>are based</u> / are not based on scientifically sound evidence or are reasonably well funded	The main conclusions <u>are based on scientifically sound evidence</u> . The main conclusions of the dissertation are reasonably well founded. Author supported by experimental results obtained on a large-scale real-world telecommunications dataset, comparisons with established baseline methods, and evaluation across 17 advertising campaigns using multiple performance metrics. Nevertheless, the validity of the conclusions could be strengthened through statistical significance testing, reporting of performance variability, and external validation on independent datasets.
7	Main provisions submitted for defense	The following questions must be answered for each provision separately: 7.1 Has the position been proven? 1) <u>proven</u> ; 2) rather proven; 3) rather not proven; 4) not proven	7.1 All four provisions are <u>proven</u> . 7.2 <u>Not trivial</u> . 7.3 <u>New</u> . 7.4 Application level — <u>wide</u> .

		7.2 Is it trivial? 1) yes; 2) <u>no</u> 7.3 Is it new? 1) <u>yes</u>; 2) no	7.5 <u>Proven in articles.</u>
		7.4 Application level: 1) narrow; 2) medium; 3) <u>wide</u> 7.5 Is it proven in the article? 1) <u>yes</u>; 2) no	
8	The principle of reliability. Reliability of sources and information provided	8.1 The choice of methodology — is the methodology justified or is it described in sufficient detail? 1) <u>yes</u>; 2) no	<u>Yes</u>, the choice of methodology is justified and described in sufficient detail. The dissertation presents the main stages of data preprocessing, model construction, training, similarity learning, comparative evaluation, and practical implementation. The selected methods are consistent with the research objectives and the characteristics of the dataset. However, the methodological description could be further improved by providing more detail on

			hyperparameter selection, reproducibility settings, statistical testing, and the construction of positive and negative pairs.
		8.2 The results of the thesis were obtained using modern methods of scientific research and techniques for processing and interpreting data using computer technologies: 1) <u>yes</u> ; 2) no	<u>Yes</u> .
		8.3 Theoretical conclusions, models, identified relationships and patterns are proven and confirmed by experimental research: 1) <u>yes</u> ; 2) no	<u>Yes</u> .
		8.4 Important statements are <u>supported</u> / partially supported / not supported by references to current and reliable scientific literature: <u>supported</u>	<u>Supported</u> .
		8.5 The literature sources used are <u>sufficient</u> / are not sufficient for the literature review: <u>are sufficient</u>	<u>Sufficient</u> ..

9	Principle of practical value	9.1 The dissertation has theoretical significance: 1) <u>yes</u> ; 2) no	<u>Yes</u>
		9.2 The thesis has practical significance and there is a high probability of applying the obtained results in practice:	<u>Yes</u>
		1) <u>yes</u> ; 2) no	
		9.3 Are the suggestions for practice new? 1) <u>completely new</u> ; 2) partially new (25–75% are new); 3) not new	<u>Completely new</u>
10	Quality of writing and design	Quality of academic writing: 1) <u>high</u> ; 2) average; 3) below average; 4) low	Quality of academic writing — <u>high</u> .
11	Comments and suggestions on the dissertation		The scientific novelty should be stated more cautiously, since the main contribution is the integration and application of established deep-learning methods.

			The claim of cross-domain applicability should be limited, since validation was conducted mainly on telecommunications data. The choice of the 288-dimensional latent space and key hyperparameters should be justified in greater detail. Overall, the dissertation addresses a relevant problem and demonstrates strong practical value, but the novelty claims and experimental validation should be presented more precisely.
12	The scientific level of the doctoral candidate's articles on the research topic (in the case of defending the dissertation in the form of a series of articles, the official reviewers will comment on the scientific level of each article by the doctoral candidate on the research topic).		The publications demonstrate a coherent research trajectory in which each article builds on the findings of the previous one, forming a cumulative scientific contribution appropriate for scientific level research.
13	The decision of the official reviewer (according to paragraph 28 of the		To petition the Committee for the award of the degree of Doctor of Philosophy (PhD)

	current Model Regulation)		
--	---------------------------	--	--

Conclusion

The presented dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) by **Tokhtakhunov Il'murat Turdymagametovich** on the topic «**Deep Learning Models and Methods for Finding “Similar Audience” in Targeted Advertising**» meets the requirements of the Rules, the author deserves to petition the Committee for the award of the degree of Doctor of Philosophy (PhD).

Official reviewer:

PhD, Senior Research, Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan

Signature



Merembayev T.Zh.