«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Института математики им. А. Джураева НАНТ, кандидат физико-математических наук, доцент
_____ Рахимзода А.О.
«___» «05» _____ 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Института математики имени академика А. Джураева Национальной академии наук Таджикистана

Диссертационная работа Рахимова Манучехра Фарходовича на тему «Математическое моделирование интеллектуальной системы документооборота на основе микросервисной архитектуры и нейросетевых механизмов BERT», представленная на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060200 – Информатика (6D060204 – Теоретические основы информатики), выполнена в отделе «Математическое моделирование» Института математики имени академика А. Джураева Национальной академии наук Таджикистана (НАНТ).

Рахимов Манучехр Фарходович в 2019 году окончил факультет прикладных наук (School of Applied Sciences) Кипрского международного университета (Cyprus International University) по специальности информационных технологий (Information Technology). В том же году, согласно приказу директора Института математики имени академика А. Джураева НАНТ №196 от 23.09.2019, поступил в магистратуру по направлению подготовки 1М-31.03.04.00 – «Информатика». В 2021 году успешно окончил магистратуру данного института по указанному направлению подготовки (приказ №22 от 25.05.2021).

В соответствии с приказом Президента Национальной академии наук Таджикистана №274 от 31.08.2021 Рахимов Манучехр Фарходович был зачислен в докторантуру PhD при отделе математического моделирования Института математики имени академика А. Джураева НАНТ по специальности 6D060200 – Информатика на бюджетной основе и успешно завершил обучение в 2024 году (приказ №384 от 01.07.2024).

В 2021 году решением Учёного совета Института математики имени академика А. Джураева НАНТ была утверждена тема диссертации Рахимова М.Ф. «Численное решение стохастических дифференциальных уравнений со

стохастической волатильностью», а научным руководителем назначен академик ҶАНТ, доктор физико-математических наук, профессор Рахмонов З.Х. (протокол №9 от 22.09.2021).

В 2024 году решением Учёного совета Института математики имени академика А. Джураева НАНТ тема диссертационного исследования Рахимова М.Ф. была изменена на «Математическое моделирование интеллектуальной системы документооборота на основе микросервисной архитектуры и нейросетевых механизмов BERT», а научным руководителем назначен доктор физико-математических наук, профессор кафедры информатики Таджикский национальный университет Комилиён Ф.С. (протокол №8 от 28.08.2024).

Институтом математики имени А. Джураева НАНТ диссертанту выдана академическая справка (транскрипт) об освоении образовательной программы докторантуры PhD № 106 от 21 мая 2026 года.

Научный руководитель – Комилиён Файзали Саъдулло, доктор физико-математических наук, профессор кафедры информатики Таджикского национального университета.

По результатам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

Диссертационное исследование Рахимова Манучехра Фарходовича «Математическое моделирование интеллектуальной системы документооборота на основе микросервисной архитектуры и нейросетевых механизмов BERT», представленное на соискание учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060200 – Информатика (6D060204 – Теоретические основы информатики), соответствует требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней ВАК при Президенте Республики Таджикистан и является научно-квалификационной работой, которая выполнена в соответствии с приоритетными направлениями научно-технического и цифрового развития Республики Таджикистан, направлена на развитие методов математического моделирования, интеллектуальных информационных систем и технологий автоматической обработки данных.

Все полученные в диссертационной работе результаты являются новыми. Их новизна заключается в разработке теоретических и прикладных основ построения интеллектуальных систем документооборота на базе микросервисной архитектуры и трансформерных моделей обработки естественного языка. Представленные результаты в совокупности формируют научно обоснованную основу для проектирования и внедрения интеллектуальных систем документооборота нового поколения в условиях цифровой экономики.

Личный вклад автора в выполнение диссертационного исследования является существенным и определяется самостоятельным получением основных научных результатов, разработкой математических моделей, проведением теоретического анализа, построением алгоритмов численного исследования и реализацией программного комплекса. Постановка основных задач исследования осуществлялась при научном руководстве научного руководителя. Из совместных публикаций в диссертацию включены результаты, принадлежащие лично соискателю.

Диссертация к защите представляется впервые.

Актуальность и целесообразность диссертационной работы определяется тем, что в условиях глобальной цифровой трансформации экономики и общества особую значимость приобретает развитие интеллектуальных информационных систем, ориентированных на автоматизацию обработки данных и повышение эффективности управленческих процессов. Одним из ключевых направлений цифровизации является совершенствование систем документооборота, которые играют фундаментальную роль в функционировании государственных, коммерческих и финансовых организаций.

Современные системы документооборота характеризуются высокой трудоёмкостью обработки информации, значительным объёмом неструктурированных данных и зависимостью от человеческого фактора. Это обусловливает необходимость разработки интеллектуальных решений, способных автоматизировать извлечение, классификацию и анализ информации из документов.

С другой стороны, развитие микросервисной архитектуры как парадигмы построения программных систем обеспечивает принципиально новые возможности в части масштабируемости, гибкости и отказоустойчивости. В сочетании с методами машинного обучения, в частности трансформерными моделями типа BERT, это создаёт основу для построения интеллектуальных распределённых систем нового поколения.

Основные результаты диссертационной работы:

1. Разработана математическая модель интеллектуальной системы документооборота, интегрирующая принципы микросервисной архитектуры и трансформерные методы обработки текстовой информации, обеспечивающая формализацию процессов извлечения, структурирования и интерпретации данных в распределённой вычислительной среде.

2. Предложено архитектурное решение микросервисной системы с выделением специализированного компонента интеллектуального анализа (AI Service), отличающееся возможностью независимой масштабируемости

вычислительно сложных модулей и обеспечивающее повышение эффективности обработки данных и гибкость развития системы.

3. Разработан метод адаптации многоязычных моделей BERT к условиям низкоресурсных языков, основанный на синтетической генерации обучающих выборок и последующем дообучении, позволяющий достичь высокой точности извлечения именованных сущностей при ограниченном объёме размеченных данных.

4. Предложен гибридный метод обработки документов, сочетающий трансформерные модели машинного обучения и алгоритмы на основе правил, обеспечивающий повышение надёжности, интерпретируемости и устойчивости функционирования системы в условиях неполноты или недоступности данных.

5. Систематизированы и теоретически обоснованы методы масштабирования микросервисных систем, включая горизонтальное и вертикальное масштабирование, и доказана эффективность их комбинированного применения для обеспечения высокой производительности и отказоустойчивости интеллектуальных приложений.

6. Обоснована роль контейнеризации и оркестрации как технологической основы управления распределёнными системами, обеспечивающей автоматическое масштабирование, балансировку нагрузки, устойчивость к сбоям и оптимизацию использования вычислительных ресурсов.

7. На основе разработанной математической модели интеллектуальной системы документооборота, базирующейся на микросервисной архитектуре с использованием моделей BERT и адаптированной под структуру Комитета по начальному и среднему профессиональному образованию при Правительстве Республики Таджикистан, разработан практический алгоритм реализации, оформленный в инженерно-прикладном стиле и обеспечивающий внедрение системы в условиях реальной информационной инфраструктуры.

8. Проведена экспериментальная апробация предложенных решений, в результате которой подтверждено повышение точности обработки документов и существенное сокращение времени их обработки по сравнению с традиционными подходами, что свидетельствует о практической значимости и эффективности разработанных методов и моделей.

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в развитии научных основ математического моделирования интеллектуальных систем документооборота в условиях распределённых вычислительных сред. Полученные результаты расширяют существующие представления о принципах построения микросервисных архитектур за счёт их интеграции с

современными методами обработки естественного языка на основе трансформерных моделей.

Разработанная математическая модель интеллектуальной системы документооборота формализует процессы извлечения и структурирования данных, что вносит вклад в развитие методов анализа текстовой информации и теории распределённых информационных систем. Существенным является теоретическое обоснование гибридного подхода, объединяющего методы машинного обучения и алгоритмы на основе правил, что позволяет повысить устойчивость и интерпретируемость интеллектуальных систем.

Важным теоретическим результатом является систематизация и обоснование методов горизонтального и вертикального масштабирования микросервисных систем, а также доказательство эффективности их комбинированного применения в задачах обработки данных. Кроме того, разработан метод адаптации трансформерных моделей к условиям низкоресурсных языков, что расширяет возможности применения современных NLP-технологий в многоязычных средах.

Практическая значимость исследования определяется возможностью непосредственного применения разработанных моделей, методов и архитектурных решений при создании и внедрении интеллектуальных систем документооборота в различных отраслях.

На основе предложенной математической модели и архитектурного подхода разработана интеллектуальная система, обеспечивающая автоматизацию процессов обработки документов, включая извлечение данных, классификацию и формирование структурированной информации. Внедрение системы позволяет существенно сократить время обработки документов, снизить количество ошибок ручного ввода и повысить эффективность управленческих процессов.

Особую практическую ценность представляет разработанный инженерно-прикладной алгоритм реализации системы, адаптированный под структуру Комитета по начальному и среднему профессиональному образованию при Правительстве Республики Таджикистан, что подтверждает применимость результатов исследования в реальных условиях государственной информационной инфраструктуры.

Степень обоснованности научных результатов, положений и выводов, полученных в диссертации, подтверждается компьютерным моделированием, разработкой программных модулей в составе объектно-ориентированного программного комплекса, строгими математическими расчётами, результатами вычислительных экспериментов, их согласованностью с

результатами исследований, представленными в работах других авторов, а также актом внедрения.

Существенным результатом исследования является алгоритмизация полного цикла обработки документов, включающая событийно-ориентированное взаимодействие микросервисов, асинхронную обработку данных и формализованный контур управления процессами. Это позволило обеспечить масштабируемость системы за счёт горизонтального расширения, снизить задержки обработки и повысить общую производительность системы. Практическая апробация показала сокращение времени обработки документов на 60-70% и устойчивую работу системы при увеличении нагрузки.

Содержание диссертации соответствует специальности 6D060200 – Информатика (6D060204 – Теоретические основы информатики). Основные научные результаты диссертации охватывают разработку новых математических методов моделирования объектов, систем и процессов, развитие аналитических и численных методов исследования моделей, создание алгоритмов автоматизированного анализа, а также разработку программных комплексов моделирования и проектирования.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 12 работах автора, включая 7 статей в рецензируемых журналах Республики Таджикистан, 4 тезиса докладов, представленных на международных и республиканских конференциях, и 1 статью в зарубежном журнале. Содержание публикаций полностью отражает основные результаты диссертационного исследования.

а) Статьи, опубликованные в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан:

[1-А] *Рахимов, М. Ф.* Алгоритмизация микросервисной модели интеллектуального документооборота в профобразовании на базе BERT [Текст] / Ф.С. Комилиён, М.Ф. Рахимов // Вестник национального университета. Серия естественных наук. – 2026. – № 2. – С. 98-109.

[2-А] *Рахимов, М. Ф.* Внедрение микросервисной архитектуры для оптимизации распределения информационных ресурсов [Текст] / Ф.С. Комилиён, М.Ф. Рахимов // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук. – 2024. – № 2. – С. 71-79. – EDN: UZJNVI.

[3-А] *Рахимов, М. Ф.* Интеллектуальная система документооборота на основе микросервисной архитектуры и моделей BERT [Текст] / Ф.С. Комилиён, М.Ф. Рахимов // Вестник национального университета. Серия естественных наук. – 2026. – № 2. – С. 76-85.

[4-А] *Рахимов, М. Ф.* Математическое моделирование интеллектуальной системы документооборота на основе микросервисной архитектуры и моделей BERT [Текст] / Ф.С. Комилиён, М.Ф. Рахимов // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2026. – № 3 (66). – С. 78-84.

[5-А] *Рахимов, М. Ф.* Микросервисная архитектура и BERT-модели в интеллектуальном документообороте профобразования [Текст] / Ф.С. Комилиён, М.Ф. Рахимов // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2026. – № 2 (74). – С. 57-66.

[6-А] *Рахимов, М. Ф.* Микросервисная архитектура: от монолита к гибким распределенным системам [Текст] / Ф.С. Комилиён, М.Ф. Рахимов // Доклады Национальной академии наук Таджикистана. – 2023. – Т. 66. – № 11-12. – С. 659-667. – EDN: LSVHDL.

[7-А] *Рахимов, М. Ф.* Анализ характеристик монолитных и микросервисных архитектур [Текст] / М.Ф. Рахимов, Ф.С. Комилиён // Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2023. – № 4 (193). – С. 44-54. – EDN: GHUYHC.

б) Статьи, опубликованные в материалах конференций и в других изданиях:

[8-А] *Рахимов, М. Ф.* Микросервисная оптимизация распределения информационных ресурсов с помощью четко определенного «API» [Текст] / Ф.С. Комилиён, М.Ф. Рахимов // Современные проблемы математического моделирования и её применения. Материалы XII международной научно-практической конференции, посвященной «2020-2040 годы – 20-летия изучения и развития естественных, точных и математических наук в области науки и образования» и «75-летию Таджикского национального университета». – Душанбе, 2024. – С. 28-32. – EDN: PZLKJR.

[9-А] *Рахимов, М. Ф.* Влияние микросервисных приложений на улучшение работы IT приложений, на примере использования Node.js [Текст] / М.Ф. Рахимов // Материалы республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития естественных и точных наук». – Душанбе, ФМГУ, 2023. – С. 12-15.

[10-А] *Рахимов, М. Ф.* Внедрение микросервисной архитектуры в монолитные системы [Текст] / М.Ф. Рахимов // Материалы международной научно-практической конференции «Наука и образование: тенденции развития в условиях информационного общества», посвященной «75-ой

годовщине со дня образования Таджикского национального университета». – Душанбе, ТНУ, 2023. – С. 8-11.

[11-А] *Рахимов, М. Ф.* Микросервисы в задачах оптимизации распределения информационных ресурсов организации [Текст] / М.Ф. Рахимов, Ф.С. Комилиён // Материалы республиканской научно-практической конференции по теме «Роль интернета в применении информационно-коммуникационных технологий и информационной безопасности в социальных сетях» – Душанбе, АГУ, 2024. – С. 16-24.

[12-А] *Rahimov, M. F.* Mathematical Modeling of an Intelligent Document Management System Based on Microservice Architecture and BERT Models [Electronic resource] / F. Rahimi, F.S. Komiliyon, M.F. Rahimov, M.R. Yorov // Applied and Computational Mathematics. – 2026. – Vol. 15. – No. 3. – P. 68-74. // https://doi.org/10.11648/j.acm. 20261503.11 (Date of the application: 14.05.2026).

Результаты, изложенные в работах [1-А] – [12-А], получены автором самостоятельно. Из совместных с научным руководителем статей соавтору принадлежит постановка задач и выбор метода доказательства результатов.

Диссертационная работа Рахимова Манучехра Фарходовича на тему «Математическое моделирование интеллектуальной системы документооборота на основе микросервисной архитектуры и нейросетевых механизмов BERT», представленная на соискание учёной степени доктора философии (PhD), доктора по специальности 6D060200 – Информатика (6D060204 – Теоретические основы информатики) является завершённым научно-квалификационным исследованием, выполненным на актуальную тему, содержит новые научные результаты и имеет существенное значение для развития информатики, математического моделирования и систем автоматизированного проектирования. Поставленная цель достигнута, задачи исследования решены в полном объёме. По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD).

Постановили:

1. Диссертационную работу Рахимова Манучехра Фарходовича на тему «Математическое моделирование интеллектуальной системы документооборота на основе микросервисной архитектуры и нейросетевых механизмов BERT» рекомендовать к дальнейшему рассмотрению как завершённое научное исследование.

2. Рекомендовать диссертацию Рахимова Манучехра Фарходовича к защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060200 – Информатика (6D060204 – Теоретические основы информатики).

Присутствовало на заседании: 23 человек, в том числе 3 члена диссертационного совета. Результаты голосования: «за» – 23 человек, «против» – нет, «воздержались» – нет. Протокол №20 от 18.05.2026 г.

Заключение принято на объединённом заседании отделов Института математики имени академика А. Джураева Национальной академии наук Таджикистана.

Председатель заседания:
Заместитель директора по науке и образованию ИМ НАНТ, доктор физико-математических наук — Каримов О.Х.

Эксперт, заведующий отделом прикладной математики и механики ИМ НАНТ, доктор физико-математических наук — Кабилов М.М.

Секретарь заседания, заведующий отделом математического моделирования ИМ НАНТ, кандидат физико-математических наук, доцент — Гулбоев Б.Дж.

Подписи Каримова О.Х., Кабилова М.М. и Гулбоева Б.Дж. подтверждаю.
Начальник ОК ИМ НАНТ — Юсупова З.Х.

ШУЪБАИ КАДРХО
ОТДЕЛ КАДРОВ