

## ПИСЬМЕННЫЙ ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА

на диссертацию Кадиркулова Куаныша Кайсаровича на тему «Разработка модели искусственного интеллекта по лабораторной диагностике в здравоохранении», представленную в диссертационный совет по защите докторской диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D06101 – «Аналитика больших данных» при НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет»

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Тема диссертационной работы соответствует приоритетному направлению развития науки «Информационные, коммуникационные и космические технологии».</p> <p>Тема диссертационной работы имеет тесную связь с Государственной программой по цифровизации «Цифровой Казахстан» (п.5.2. «Переход на цифровое государство»), реализованной в период с 2018 по 2022 гг., которая является стратегической комплексной программой, нацеленной на повышение уровня жизни населения страны за счет использования передовых цифровых технологий. В рамках программы уделяется особое внимание на масштабную реализацию электронного паспорта здоровья населения Республики Казахстан, где автоматизация клиничко-диагностических лабораторий занимает немаловажную роль. Пациента-ориентированность является главной основой принципа внедрения цифровизации, что отражена в реализации формирования электронного паспорта здоровья.</p>
2.	Важность для науки	Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта	<p>Диссертационная работа вносит существенный вклад в науку. Исследование проведено в смежных междисциплинарных науках: информационные технологии и здравоохранение. Важность исследований хорошо раскрыта и носит прикладной характер. Соискателем решены практические задачи по интерпретации результатов лабораторных исследований и внедрены в медицинские лаборатории.</p>



3	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <b>Высокий;</b> 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Основная часть исследования принадлежит докторанту и включает в себя выдвинутую гипотезу, экспериментальные подтверждения, разработанную методику, формулировку научных положений и создание системы. Все вышеперечисленное достаточно убедительно свидетельствует о высоком уровне самостоятельности в проведении исследования докторантом.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <b>Обоснована;</b> 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.  4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <b>Отражает;</b> 2) Частично отражает; 3) Не отражает  4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <b>Соответствуют;</b> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Кадиркулов К.К. представил полное обоснование актуальности своей диссертационной работы. В рамках программы "Цифровой Казахстан" особое внимание уделяется широкому внедрению электронного паспорта здоровья населения Республики Казахстан, где автоматизация клиничко-диагностических лабораторий играет ключевую роль. Недостаток интеллектуальных систем в области автоматизации медицинских клиничко-диагностических лабораторий является проблемой. Объем информации, получаемой в результате лабораторных исследований, остается неиспользованным в научных и промышленных целях. Возрастает потребность в внедрении искусственного интеллекта в системы здравоохранения медицинских лабораторий в Республике Казахстан.  Содержание диссертации полностью отражает тему диссертации и защищаемые положения.  Целью данной диссертации является разработка и реализация модели искусственного интеллекта, способной автоматически интерпретировать результаты лабораторных исследований в области здравоохранения. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: 1) Изучение существующих методов и технологий в области лабораторной диагностики в здравоохранении:



			<p>проанализировать современные методы и подходы к лабораторной диагностике, выявив их преимущества и недостатки;</p> <p>2) Формирование методики комплексной автоматизации в области интерпретации данных лабораторных исследований на основе больших данных (Big Data), которая позволит автоматически интерпретировать результаты лабораторных исследований для дальнейшего анализа биохимических, иммунологических и гематологических данных;</p> <p>3) Формирование единой базы референсных значений лабораторных исследований: создать базу данных, содержащую референсные значения лабораторных параметров, учитывая производителей лабораторного оборудования и региональные особенности Республики Казахстан.</p> <p>4) Разработка и обучение модели искусственного интеллекта для выявления патологии в результатах лабораторных исследований с последующей интеграцией разработанных модулей интерпретации результатов в лабораторную информационную систему «SmartLab».</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <b><u>полностью взаимосвязаны;</u></b></p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников и приложений. Все разделы имеют логическую связь, внутреннюю целостность и единство.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p>1) <b><u>критический анализ есть;</u></b></p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>Разработанные методы в научной области были протестированы, аргументированы и оценены по сравнению с имеющимися зарубежными работами. В работе проделан критический анализ.</p>
5	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми?	Научные результаты и положения являются частично новыми. Представлены:



		<p>1) полностью новые;  <b>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</b>  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методика комплексной автоматизации в области интерпретации данных лабораторных исследований на основе больших данных (Big Data), позволяющая автоматически интерпретировать результаты лабораторных исследований для дальнейшего анализа биохимических, иммунологических и гематологических данных;</li> <li>• Методика формирования единой базы референсных значений лабораторных исследований с учетом производителей лабораторного оборудования и региональных особенностей Республики Казахстан;</li> </ul> <p>Модель искусственного интеллекта для выявления патологии в результатах лабораторных исследований и интеграция разработанных модулей интерпретации результатов в лабораторную информационную систему «SmartLab».</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?  1) полностью новые;  <b>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</b>  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы диссертации являются частично новыми, сформулированными и представленными в виде модели искусственного интеллекта, данными о результатах лабораторных исследований, единой базой референсных значений, базой знаний по интеграции с медицинскими лабораторными устройствами</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:  1) полностью новые;  <b>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</b>  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Использованы стек международных интеграционных протоколов здравоохранения HL7, ASTM. Создан программный комплекс с применением SOA архитектуры. Технические и технологические решения, предложенные в диссертационной работе являются новыми и подтверждаются наличием свидетельства о государственной регистрации прав на объект интеллектуальной собственности, полученный автором по результатам исследования.</p>
6	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для</p>	<p>Все основные выводы основаны на значимых научных доказательствах, которые вытекают из полученных в рамках исследования результатов и имеют достаточную обоснованность в применении математического</p>



		qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	моделирования, разработки информационных систем, аналитика больших данных и применения машинного обучения.
7	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да; <b>2) нет</b></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p><b>1) да;</b> 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий; 2) средний; <b>3) широкий</b></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p><b>1) да;</b> 2) нет</p>	<p>1) <i>Методика комплексной автоматизации по интерпретации результатов лабораторных исследований по BIG DATA (биохимических, иммунологических и гематологических тестов):</i></p> <p>7.1 положение доказано; 7.2 не тривиальный; 7.3 положение является новым; 7.4 уровень применения: широкий; 7.5 доказана в статьях.</p> <p>2) <i>Методика формирования единой базы референсных значений лабораторных исследований по производителям лабораторного оборудования и региональных особенностей Республики Казахстан:</i></p> <p>7.1 положение доказано; 7.2 не тривиальный; 7.3 положение является новым; 7.4 уровень применения: широкий; 7.5 доказана в статьях.</p> <p>3) <i>Разработана математическая модель по выявлению патологии в результатах лабораторных исследований на основе автоматизации с применением методов машинного обучения:</i></p> <p>7.1 положение доказано; 7.2 не тривиальный; 7.3 положение является новым; 7.4 уровень применения: широкий; 7.5 доказана в статьях.</p> <p>4) <i>Разработаны модули в лабораторной информационной системе «SmartLab» для автоматического выявления патологии в результатах лабораторных исследований на основе комплекса</i></p>



			<p>моделей искусственного интеллекта, интегрируемая с медицинскими лабораторными анализаторами:</p> <p>7.1 положение доказано;</p> <p>7.2 не тривиальный;</p> <p>7.3 положение является новым;</p> <p>7.4 уровень применения: широкий;</p> <p>7.5 доказана в статьях.</p>
8	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана <u>1) да;</u> 2) нет	Выбор методологии для решения задачи по интерпретации результатов лабораторных исследований полностью обоснован. Используемые методы исследования подробно описаны в соответствующем разделе диссертации.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: <u>1) да;</u> 2) нет	Результаты исследования, представленные в диссертации, достигнуты с использованием современных методов научных исследований, а также техник обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий.
		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): <u>1) да;</u> 2) нет	Надежность теоретических результатов исследования подтверждается научными данными, результатами экспериментов, а также промышленными испытаниями в реальных условиях.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Все значимые утверждения в диссертации получили подтверждение через ссылки на актуальные научные источники в каждом разделе работы. В ходе выполнения проекта и проведения научных исследований соблюдались все нормы научной этики.
		8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Список научной литературы включает 93 наименований использованных источников.



9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <u>1) да;</u> 2) нет	Теоретические и прикладные результаты, полученные в работе, могут быть использованы при проектировании и разработке интеграции системы.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <u>1) да;</u> 2) нет	Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Разработанные предложения для практической реализации являются инновационными, что подтверждается созданным программным обеспечением, включающим в себя технологии машинного обучения, ручного обучения, а также использование OpenAI. Этот факт подкреплен наличием авторских прав на Лабораторную информационную систему «SmartLab», Лабораторную информационную систему «SmartGene» и Свидетельство о товарном знаке «SmartLab».
10	Качество написания и оформления	Качество академического письма: <u>1) высокое;</u> 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма данной диссертации является высоким. Текст диссертации изложена чётко и ясно на высоком исследовательском уровне. Текст диссертации прошел норму-контроль в Национальном центре государственной научно-технической экспертизы.

**Заключение:** Представленная диссертационная работа на тему «Разработка модели искусственного интеллекта по лабораторной диагностике в здравоохранении» является завершённым научным исследованием, соответствует всем требованиям Правил присуждения степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD).

**Решение официального рецензента** – ходатайствовать перед Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан о присуждении соискателю Кадиркулову Куаныш Кайсаровичу степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D06101– Аналитика больших данных».

**Официальный рецензент:**

PhD, Ассоциированный профессор,  
Директор НИЦ «Smart City»,  
Astana IT University



Едилхан Дидар