ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Ерқос Айнұр на тему «Разработка метода и программного пакета для обработки больших медицинских данных», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D06102 – Компьютерная инженерия»

№ 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).	Тема диссертации соотносится как с государственными научными проектами, так и с приоритетами развития науки в Республике Казахстан. Работа выполнена в рамках проектов с государственным финансированием: №0122РК00958 (2022–2024 гг.) и №0124РК00417 (2024–2026 гг.), посвященных персонализированному прогнозированию выживаемости почечного трансплантата и разработке интеллектуального программного модуля для анализа данных трансплантации почки. По содержанию и направленности диссертация соответствует приоритету «Передовое производство, цифровые и космические технологии».
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.	Значимость работы для науки заключается в том, что она решает сложную междисциплинарную задачу на стыке компьютерной инженерии, анализа данных и клинической трансплантологии. Автор предлагает подход к обработке несбалансированных медицинских данных, что особенно важно для прогнозирования редких, но критически значимых неблагоприятных исходов. Разработка пяти моделей машинного обучения и их объединение в программном пакете делают результаты исследования не

			только теоретически значимыми, но и практически ориентированными.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) высокий; 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Уровень самостоятельности автора следует признать высоким. В диссертации прослеживается целостная исследовательская логика: от постановки проблемы и анализа публикаций до разработки собственного алгоритма балансировки классов, построения моделей и описания программного решения. Это позволяет сделать вывод о самостоятельном характере выполненной работы и зрелости исследовательского подхода докторанта.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) обоснована; 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность темы не вызывает сомнений. В условиях цифровизации здравоохранения объем медицинских данных постоянно растет, а задачи посттрансплантационного прогноза требуют методов, способных учитывать гетерогенность данных и динамику состояния пациента во времени. В этой связи выбранная тема отвечает как современным научным вызовам, так и запросам медицинской практики.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) отражает; 2) частично отражает; 3) не отражает.	Содержание диссертации адекватно отражает ее тему. Структура работы логична: после постановки цели и задач рассматриваются теоретические подходы к анализу больших медицинских данных, далее предлагается метод NAUS, затем описываются пять прогностических моделей и, наконец, представляется программный пакет, в который эти модели интегрированы.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Формулировки цели и задач согласованы с темой диссертационной работы. Поставленные задачи охватывают все ключевые этапы исследования: разработку метода балансировки данных, создание моделей машинного обучения и реализацию программного пакета для прогнозирования послеоперационных исходов.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Внутренняя структура диссертации выстроена последовательно. Каждая глава решает собственный этап

		1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует.	общей задачи, при этом переход от анализа предметной области к методическим решениям и далее к программной реализации выглядит логичным и обоснованным. Такое построение обеспечивает концептуальную целостность исследования.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов; 4) анализ отсутствует.	Авторские решения не только заявлены, но и надлежащим образом оценены на фоне известных подходов. В работе проведено сравнение NAUS с альтернативными стратегиями балансировки классов, а качество моделей анализируется по набору метрик, включающему Accuracy, AUC, Precision, Recall, F1-score, AUCPR и Brier score. Это свидетельствует о наличии полноценного критического анализа.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Научная новизна результатов заключается прежде всего в разработке метода NAUS, адаптированного к обработке шумных и несбалансированных медицинских данных. Для задач трансплантологии такой подход представляет самостоятельную научную ценность и расширяет инструментарий подготовки медицинских данных для интеллектуального анализа.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Выводы диссертации обладают новизной, поскольку опираются на совокупность оригинальных результатов: авторский метод балансировки данных, пять специализированных моделей машинного обучения и их включение в единый программный пакет.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Представленные в работе технологические решения следует считать новыми и обоснованными. Новизна состоит в разработке метода NAUS и программного пакета, в который встроены пять моделей для прогнозирования клинического состояния после трансплантации почки на разных временных этапах. Обоснованность этих решений подтверждается расчетами, сравнением с существующими методами и анализом результатов.

6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (куолитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Обоснованность основных выводов не вызывает сомнений. Они базируются на строгом применении методов статистического анализа, машинного обучения и вычислительных экспериментов. Ключевые положения подтверждены сравнением с существующими подходами и использованием количественных критериев качества.
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; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно. 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий;	7.1 Положения, выносимые на защиту, доказаны: метод NAUS и пять моделей прошли количественную оценку на медицинских данных, а полученные результаты подтверждены процедурами валидации. 7.2 Эти положения нельзя считать тривиальными, поскольку автор предлагает оригинальное решение проблемы дисбаланса классов и реализует фазово-ориентированные модели прогноза. 7.3 Научная новизна положений очевидна и проявляется в методе NAUS, в специализированных моделях прогноза и в их интеграции в программный пакет. 7.4 Уровень применения представляется широким: результаты потенциально полезны для различных задач обработки медицинских данных. 7.5 Основные положения нашли отражение в научных публикациях автора в отечественных и международных изданиях.

		4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	
		7.5 Доказано ли в статье?	
		1) да;	
		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:	Методологическая база исследования выбрана корректно и описана достаточно подробно. Автор обосновывает выбор инструментов машинного обучения, показывает необходимость специальной балансировки классов и последовательно раскрывает этапы построения прогностических моделей и программного пакета.
	Достоверность источников и предоставляемой информации	1) да;	
		2) нет.	
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	Результаты диссертации получены с применением современных компьютерных технологий и методов научного анализа данных. Использование машинного обучения, инструментов Data Mining и статистических процедур соответствует современному уровню исследований в данной области.
		1) да;	
		2) нет.	
		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):	Теоретические положения и предложенные модели получили экспериментальное подтверждение. Преимущества метода NAUS продемонстрированы на контрольных медицинских выборках, а прогностические свойства пяти моделей подтверждены метриками AUC и F1-score, рассчитанными в рамках кросс-валидации.
		1) да;	
		2) нет.	

		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Важные положения диссертации подкреплены ссылками на современную и релевантную научную литературу. Обзор источников показывает, что автор хорошо ориентируется в современных исследованиях по Big Data в медицине, дисбалансу классов и машинному обучению в трансплантологии.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора.	Объем и качество использованных источников достаточны для литературного обзора. Они обеспечивают надежную основу для постановки задачи, выбора методологии и интерпретации полученных результатов.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Диссертация имеет несомненное теоретическое значение. Автор развивает подходы к подготовке несбалансированных медицинских данных и предлагает алгоритм NAUS как самостоятельное методическое решение. Теоретически значим и сам подход к многоэтапному прогнозированию с учетом различных временных горизонтов после трансплантации.
		1) да;	
		2) нет.	
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Практическая ценность работы очевидна. Разработанный метод балансировки может использоваться для повышения качества входных данных, а встроенные в программный пакет пять моделей предназначены для прогноза клинического состояния реципиента и оценки жизнеспособности трансплантата на различных этапах после операции. Это повышает потенциал использования результатов в задачах поддержки медицинских решений.
		1) да;	
		2) нет.	
		9.3 Предложения для практики являются новыми:	Практические предложения, сформулированные в диссертации, являются новыми, поскольку основаны не на переносе известных решений, а на авторском методе балансировки данных и оригинальной реализации комплекса прогностических моделей в программном пакете.
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма:	Качество академического письма и оформления диссертации оценено как высокое. Материал изложен последовательно, научный стиль выдержан, структура
		1) высокое;	
		2) среднее;	

		3) ниже среднего; 4) низкое.	текста прозрачна, а визуальное сопровождение результатов делает работу удобной для восприятия.
11.	Замечания к диссертации	Представляется целесообразным более подробно описать механизмы возможной интеграции разработанного программного пакета с клиническими информационными системами. Кроме того, полезным было бы включение сводной таблицы по всем пяти моделям с указанием временных горизонтов и ключевых метрик качества. Также работу можно было бы усилить более развернутым описанием результатов внешней независимой валидации. Отмеченные замечания носят рекомендательный характер и не снижают научной ценности диссертационной работы.	
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)	Научные публикации Ерқос Айнұр по теме исследования характеризуются высоким научным уровнем. Работы опубликованы в рецензируемых изданиях, включая журналы, индексируемые в международных базах данных, таких как Scopus, а также в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, что свидетельствует об их актуальности и значимости. Статьи отличаются логичной структурой и ясным изложением целей исследования, используемой методологии и полученных результатов, а также раскрывают их теоретическую и практическую ценность. Представленные публикации отражают вклад докторанта в развитие исследуемой области и подтверждают высокий уровень его самостоятельности и научной компетентности.	
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Ходатайствовать перед Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан о присуждении соискателю Ерқос Айнұр степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D06102 – Компьютерная инженерия	

Официальный рецензент:
PhD, и.о. ассоциированного профессора
Института бизнеса и цифровых технологий
Казахского агротехнического
исследовательского университета
им. С. Сейфуллина

Бельдеубаева Ж.Т.

