

Письменный отзыв официального рецензента
по диссертационной работе Аубакировой Гаили Фаритовны
на тему «Разработка нейросетевой системы прогнозирования урожайности зерновых культур в Северо-Казахстанской области»
на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе 8D06101 «Информатика, вычислительная техника и управление»

№ 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) <u>диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).</u>	Тема диссертационной работы соответствует приоритетному направлению развития науки Республики Казахстан «Устойчивое развитие агропромышленного комплекса». Исследование направлено на разработку информационно-технологического решения для аграрного сектора, связанного с нейросетевым прогнозированием урожайности зерновых культур на основе региональных архивных данных, локальных полевых измерений и средств цифрового мониторинга в растениеводстве. Работа связана со специализированным направлением «Техническое обеспечение и цифровая трансформация АПК», поскольку в рамках исследования разработано устройство автоматизированного сбора агрометеорологических данных, защищенное патентом Республики Казахстан № 9091, и применены методы искусственных нейронных сетей для анализа региональной аграрной информации.
2.	Важность для науки	<u>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.</u>	Научная значимость диссертации определяется постановкой задачи прогнозирования урожайности как регионально-локальной системы, объединяющей данные разных уровней. В работе показано, что использование только локальной выборки ограничивает устойчивость нейросетевого обучения, тогда как

			региональная модель может служить базой для последующего уточнения прогноза. Такой подход имеет значение для развития методов прогнозирования урожайности в условиях ограниченного объема локальных агрономических данных.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности:	Диссертационная работа выполнена на высоком уровне самостоятельности. Автором сформированы региональная и локальная базы данных, проведены разведочный анализ и предварительная обработка признаков, построены и проверены нейросетевые модели, разработано устройство сбора полевых данных, выполнена апробация технического решения и предложена методология локальной адаптации прогноза. Самостоятельный вклад автора прослеживается на всех этапах исследования – от постановки задачи до анализа результатов моделирования.
		1) высокий;	
		2) средний;	
		3) низкий;	
		4) самостоятельности нет.	
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации:	Актуальность темы убедительно раскрыта через практическую значимость прогнозирования урожайности зерновых культур для Северо-Казахстанской области. Урожайность яровой пшеницы в регионе зависит от погодных условий, влагообеспеченности почвы, агрохимического состояния и фитосанитарной нагрузки. Наличие межгодовой и пространственной изменчивости исходных факторов обосновывает применение методов машинного обучения и нейросетевого моделирования.
		1) обоснована;	
		2) частично обоснована;	
		3) не обоснована.	Содержание работы соответствует заявленной теме. В диссертации последовательно рассмотрены теоретические основы прогнозирования урожайности, сформирована региональная база данных, построена нейросетевая модель, разработано устройство локального полевого мониторинга и обоснована интеграция локальных данных в систему прогнозирования. Все разделы направлены на решение общей задачи разработки нейросетевой системы прогноза урожайности зерновых культур.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	
		1) отражает;	
		2) частично отражает;	
		3) не отражает.	Цель исследования сформулирована в соответствии с темой диссертации. Поставленные задачи охватывают анализ
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:	

		1) соответствуют;	факторов урожайности, формирование данных, построение региональной модели, разработку устройства сбора данных, подготовку локальных признаков и оценку регионально-локальной схемы прогнозирования. Такая постановка задач обеспечивает достижение заявленной цели.
		2) частично соответствуют;	
		3) не соответствуют.	
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Диссертационная работа имеет логически выстроенную структуру и соответствует поставленной цели исследования. В первой главе раскрыты теоретические основы прогнозирования урожайности зерновых культур, во второй главе разработана региональная нейросетевая модель, в третьей главе представлено устройство сбора локальных полевых данных, в четвертой главе обоснована интеграция локальных данных в нейросетевую систему прогнозирования. Разделы работы взаимосвязаны и последовательно раскрывают переход от анализа факторов урожайности к построению региональной модели, сбору локальных данных и их использованию для уточнения прогноза на уровне конкретного хозяйства. Положения, выносимые на защиту, соответствуют содержанию диссертации и подтверждают внутреннее единство исследования.
		1) полностью взаимосвязаны;	
		2) взаимосвязь частичная;	
		3) взаимосвязь отсутствует.	
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	В диссертации рассмотрены традиционные статистические методы, методы машинного обучения, искусственные нейронные сети и решения в области полевого сенсорного мониторинга. Автор сопоставляет нейросетевую модель с множественной линейной регрессией, анализирует влияние объема выборки на устойчивость локального обучения и показывает ограничения изолированного обучения на локальных данных. Это позволяет оценить предложенные решения в сравнении с существующими подходами.
		1) критический анализ есть;	
		2) анализ частичный;	
		3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;	
5.	Принцип научной новизны	4) анализ отсутствует.	Научная новизна работы состоит в разработке регионально-локальной нейросетевой системы прогнозирования урожайности для условий Северо-Казахстанской области.
		5.1 Научные результаты и положения являются новыми?	
		1) полностью новые;	

		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	Новыми являются построение региональной модели на основе совокупности агрометеорологических, почвенно-агрохимических и фитосанитарных признаков, использование локальных полевых данных как уточняющего компонента и методология адаптации модели по мере накопления наблюдений хозяйства.
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	
		1) <u>полностью новые;</u>	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		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%).	
6.	Обоснованность основных выводов	<u>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах</u> либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (куолитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Выводы диссертации основаны на результатах, полученных автором при построении и проверке нейросетевых моделей, полевой апробации устройства и анализе локальной выборки. Особое значение имеет вывод о том, что ограниченный объем локальных данных не обеспечивает устойчивого самостоятельного обучения сложной нейросетевой модели, поэтому локальные данные целесообразно использовать в составе интегрированной регионально-локальной системы Технические решения, предложенные в диссертации, являются новыми и обоснованными. Автором разработано устройство сбора, обработки и передачи локальных полевых данных, обеспечивающее регистрацию параметров почвенно-микrokлиматической среды, присвоение временной метки, сохранение и передачу данных. Предложен алгоритм преобразования первичных сигналов датчиков в структурированную таблицу признаков. Новизна технического решения подтверждена патентом Республики Казахстан на полезную модель № 9091 Основные выводы диссертации подтверждены результатами обработки данных, нейросетевого моделирования и полевой апробации. Использованы официальные статистические данные, процедуры нормализации, разведочный анализ, корреляционный анализ, кросс-валидация, сравнение с линейной регрессией и расчет метрик качества прогноза. Отдельные результаты подтверждены экспериментальными данными, полученными при апробации устройства на посевном участке

7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Выносимые на защиту положения сформулированы емко, нетривиальны, содержат явные элементы научной новизны и полностью подтверждены экспериментальными расчетами автора в тексте диссертации, а также в 6 опубликованных научных работах (включая 3 статьи в базах Scopus/WoS). Положения, выносимые на защиту, подтверждены результатами диссертационного исследования и публикациями автора. Первое положение, связанное с нейросетевой моделью прогнозирования урожайности яровой пшеницы для Северо-Казахстанской области, отражено в статье Application of Artificial Neural Network for Wheat Yield Forecasting в журнале Eastern-European Journal of Enterprise Technologies(2022) - 3(4 (117)), 31-39.). Второе положение, связанное с системой сбора, обработки и передачи локальных полевых данных, подтверждено патентом Республики Казахстан № 9091 «Система сбора и обработки данных для анализа почв» от 03.05.2024 г. Третье положение, раскрывающее алгоритм подготовки локальных данных для нейросетевого прогнозирования, отражено в статьях «Дәнді дақылдардың өнімділігін болжау үшін деректерді жинау және беру құрылғысын әзірлеу» в журнале «Университет еңбектері – Труды Университета», № 4(97), 2024, а также в статье «Применение искусственной нейронной сети для прогнозирования урожайности пшеницы» опубликованной в Республиканском научно-техническом журнале «Университет еңбектері- Труды Университета» НАО «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова», №3, Караганда, 2023. –С. 439-445. Четвертое положение, связанное с интегрированной регионально-локальной нейросетевой системой прогнозирования, отражено в статье Analysis of Wheat Yield Factors and Prediction Using a Neural Network Model в журнале «Вестник Торайгыров университета. Энергетическая серия», № 1, 2026.
		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;	
		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:	Методологический фундамент работы полностью удовлетворяет критериям достоверности. Он включает сбор и структурирование исходных данных, предварительную обработку, нормализацию признаков, построение нейросетевых моделей, оценку качества прогноза и обработку локальных полевых измерений. Выбранные методы соответствуют регрессионной постановке задачи и объему имеющихся данных.
	Достоверность источников и предоставляемой информации	1) <u>да</u> ;	
		2) нет.	
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	В диссертации использованы современные методы анализа и обработки данных. К ним относятся разведочный анализ, корреляционный анализ, нейросетевое моделирование, кросс-валидация, расчет метрик качества регрессионных моделей, аппаратное проектирование и обработка сигналов датчиков. Проектирование велось с использованием передовых средств программирования и анализа (Python, MATLAB R2023b с пакетом Deep Learning Toolbox).
		1) <u>да</u> ;	
		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 подтверждены вычислительными и экспериментальными результатами. В работе представлены результаты обучения региональной и локальной нейросетевых моделей, оценка устойчивости архитектур, сравнение с линейной регрессией и результаты полевой апробации устройства. Сопоставление температуры воздуха, зарегистрированной устройством, с данными Казгидромета подтверждает корректность получаемых локальных измерений.
		1) <u>да</u> ;	
		2) нет.	
		8.4 <u>Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.</u>	Теоретические и методические положения диссертации опираются на научные источники по прогнозированию урожайности, машинному обучению, нейросетевому моделированию, агрометеорологическому анализу, точному земледелию, IoT-мониторингу и обработке сенсорных данных.
		8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны/не достаточны для литературного обзора.</u>	

9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Теоретическая ценность заключается в развитии математических подходов к преодолению дефицита обучающих выборок в агроинформатике с помощью трансферного обучения.
		1) <u>да</u> ;	
		2) нет.	
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Практическая ценность доказана созданием действующего автоматизированного устройства сбора данных (Патент РК № 9091) и актом реального внедрения результатов в ТОО «Агрофирма «Мамлютская». Устройство сбора данных позволяет получать локальные измерения непосредственно на посевном участке, а разработанные алгоритмы обеспечивают преобразование этих измерений в признаки, пригодные для нейросетевого анализа.
		1) <u>да</u> ;	
		2) нет.	
		9.3 Предложения для практики являются новыми:	Практические предложения являются новыми, поскольку включают применение локальных полевых измерений для уточнения нейросетевого прогноза урожайности, использование разработанного устройства сбора данных и поэтапную адаптацию модели к условиям конкретного хозяйства. Такой подход может быть использован при дальнейшем развитии цифровых инструментов агромониторинга
		1) <u>полностью новые</u> ;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма:	
		1) <u>высокое</u> ;	
		2) среднее;	
		3) ниже среднего;	
		4) низкое.	Текст диссертации (120 страниц) написан строгим, грамотным научным языком, терминологически выверен. Графический материал (30 рисунков, 18 таблиц) выполнен качественно и наглядно иллюстрирует ход исследования.
11.	Замечания к диссертации	По диссертационной работе имеются следующие замечания. 1. В разделе, посвященном устройству сбора и передачи локальных полевых данных, желательно подробнее раскрыть вопросы автономности его работы в полевых условиях. В частности, представляет интерес оценка устойчивости питания от солнечной панели и передачи данных при нестабильном покрытии сотовой связи на удаленных посевных участках. 2. В дальнейшем развитии исследования представляет интерес расширение набора входных признаков за счет данных дистанционного зондирования, включая вегетационные индексы. Это позволило бы повысить	

		пространственную детализацию прогноза и расширить область применения разработанной нейросетевой системы. Указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы и могут быть учтены автором при дальнейшем развитии исследования.
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)	Научный уровень публикаций диссертанта соответствует содержанию и направленности диссертационного исследования. По теме работы опубликовано 6 научных трудов, в которых отражены основные результаты диссертации. Три статьи опубликованы в международных рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных Scopus, три статьи – в изданиях, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК. Кроме того, по результатам исследования получен патент Республики Казахстан на полезную модель. Публикации раскрывают ключевые этапы работы, включая обоснование факторов урожайности, применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования, анализ аграрных данных и разработку устройства сбора агрометеорологической информации. Наличие публикаций и патента подтверждает апробацию основных научных и практических результатов исследования.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Аубакировой Гаили Фаритовны на тему «Разработка нейросетевой системы прогнозирования урожайности зерновых культур в Северо-Казахстанской области» соответствует требованиям Правил присуждения степеней и представляет собой завершённое самостоятельное научное исследование. Аубакирова Г. Ф. заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D06101 «Информатика, вычислительная техника и управление».

Официальный рецензент

доктор философии (PhD), ассоциированный профессор
кафедры «Автоматизации производственных
процессов» НАО «Карагандинского технического
университета имени Абылкаса Сагинова»



Булатбаева Юлия Феликсовна

ЗАВЕРЯЮ
руководитель АУ

« 01 » 06 2026 г.