

**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; 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы; <u>3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан.</u>	Тема диссертации соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан, — «Устойчивое развитие агропромышленного комплекса». Диссертационная работа направлена на разработку нейросетевой системы прогнозирования урожайности зерновых культур с использованием региональных архивных данных, локальных полевых измерений и устройства сбора агрометеорологической информации. Содержание исследования связано с задачами повышения обоснованности решений в растениеводстве и применения интеллектуального анализа данных в агропромышленном комплексе.
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее	Работа вносит существенный вклад в развитие научно-методических основ прогнозирования урожайности зерновых

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
		важность хорошо раскрыта/не раскрыта.	культур с применением искусственных нейронных сетей. Важность исследования раскрыта через анализ факторов формирования урожайности, разработку региональной нейросетевой модели, создание устройства сбора локальных полевых данных и обоснование интегрированной регионально-локальной схемы прогнозирования. Научная значимость работы состоит в объединении региональных архивных данных, локальных полевых измерений и методов нейросетевого анализа в единую систему прогнозирования урожайности пшеницы для условий Северо-Казахстанской области.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: <u>1)высокий;</u> 2)средний; 3)низкий; 4)самостоятельности нет.	Диссертационная работа демонстрирует высокий уровень самостоятельности автора. Соискателем выполнены формирование исходной базы данных, выбор и обоснование входных признаков, разведочный анализ, построение и проверка нейросетевых моделей, разработка устройства сбора и передачи локальных полевых данных, обработка результатов измерений и обоснование интегрированной регионально-локальной схемы прогнозирования. Самостоятельность подтверждается публикациями по теме исследования, патентом Республики Казахстан на полезную модель и апробацией результатов в производственных условиях.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1Обоснование актуальности диссертации:	Актуальность диссертации обоснована. В работе показано, что прогнозирование урожайности зерновых культур имеет

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
		<u>1)обоснована;</u> 2)частично обоснована; 3) не обоснована.	значение для планирования агротехнологических мероприятий, оценки ожидаемого объема продукции и управления рисками в растениеводстве. Для Северо-Казахстанской области задача особенно важна из-за высокой зависимости урожайности пшеницы от влагообеспеченности, температурного режима, осадков, агрохимического состояния почвы и фитосанитарных факторов.
	Принцип внутреннего единства	4.2Содержание диссертации отражает тему диссертации: <u>1)отражает;</u> 2) частично отражает; 3) не отражает.	Содержание диссертации отражает заявленную тему. В работе последовательно раскрыты теоретические основы прогнозирования урожайности, построение региональной нейросетевой модели, разработка устройства сбора локальных данных, алгоритм их преобразования и интеграция полевых измерений в нейросетевую систему прогнозирования.
	Принцип внутреннего единства	4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: <u>1)соответствуют;</u> 2)частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Цель и задачи соответствуют теме диссертации. Поставленные задачи охватывают анализ факторов урожайности, формирование региональной базы данных, разработку нейросетевой модели, создание устройства сбора полевых данных, подготовку локальных признаков и обоснование регионально-локальной методологии прогнозирования.
	Принцип внутреннего единства	4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Разделы и положения диссертации полностью взаимосвязаны. Первая глава формирует теоретическую основу исследования, вторая глава раскрывает построение

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
		1) <u>полностью взаимосвязаны</u> ; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует.	региональной нейросетевой модели, третья глава посвящена аппаратному обеспечению локального сбора данных, четвертая глава объединяет региональный и локальный уровни прогнозирования. Такая последовательность обеспечивает внутреннее единство исследования и логическое достижение поставленной цели.
4.	Принцип внутреннего единства	4.5 Предложенные автором новые решения 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.	Критический анализ в диссертации представлен. Автор рассматривает традиционные статистические методы, методы машинного обучения, нейросетевые подходы, современные решения в области IoT-мониторинга и точного земледелия. Предложенные решения сопоставлены с известными подходами через анализ литературы, выбор набора предикторов, сравнение нейросетевой модели с множественной линейной регрессией и оценку устойчивости локального обучения при ограниченном объеме выборки.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25–75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Научные результаты и положения являются новыми для рассматриваемой предметной области. Новизна выражается в разработке нейросетевой системы прогнозирования урожайности зерновых культур для условий Северо-Казахстанской области, включающей региональную модель, локальные полевые измерения, алгоритмы подготовки данных и интегрированную регионально-локальную схему прогнозирования.

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
	Принцип научной новизны	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%).	Выводы диссертации являются новыми, поскольку сформулированы на основе полученных автором результатов по региональному нейросетевому прогнозированию, полевой апробации устройства, обработке локальных измерений и экспериментальной проверке ограничений изолированного локального обучения. Особое значение имеет вывод о целесообразности применения локальных данных как уточняющего компонента интегрированной системы прогнозирования
	Принцип научной новизны	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 технологические решения являются новыми и обоснованными. Автором разработано устройство сбора, обработки и передачи локальных полевых данных, предложен алгоритм преобразования сигналов датчиков, проверки измерений, присвоения временной метки и агрегации данных до признаков, пригодных для нейросетевого анализа. Новизна технического решения подтверждена патентом Республики Казахстан на полезную модель № 9091 «Система сбора и обработки данных для анализа почв» от 03.05.2024 г.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u> /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы.	Все основные выводы диссертации основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах. Обоснованность обеспечивается использованием официальных статистических данных, предварительной обработкой и нормализацией признаков, разведочным анализом данных, построением нейросетевых моделей, кросс-валидационной

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
			проверкой, сравнением с множественной линейной регрессией, анализом метрик RMSE, MAPE, R^2, MSE и коэффициента корреляции, а также полевой апробацией устройства сбора данных.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить по каждому положению: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u>; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) проверить невозможно. 7.2 Является ли тривиальным? 1) <u>да</u>; 2) нет; 3) проверить невозможно. 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u>; 2) нет; 3) проверить невозможно. 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u>;	Все основные положения, представленные в диссертации и выносимые на защиту: - доказаны; - не являются тривиальными; - являются новыми; - уровень применения - широкий; - доказаны в статьях автора. Первое положение – нейросетевая модель прогнозирования урожайности яровой пшеницы для условий Северо-Казахстанской области – отражено в статье Application of Artificial Neural Network for Wheat Yield Forecasting (Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, (2022) - 3(4 (117)), 31-39.). Второе положение – система сбора, обработки и передачи локальных полевых данных – отражено в патенте Республики Казахстан № 9091 «Система сбора и обработки данных для анализа почв» от 03.05.2024 г. Третье положение – алгоритм подготовки локальных полевых данных для нейросетевого прогнозирования урожайности – отражено в статье «Дәнді дақылдардың өнімділігін болжау үшін деректерді жинау және

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
		4) проверить невозможно. 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет; 3) проверить невозможно.	беру құрылғысын әзірлеу» (Республиканский научно-технический журнал «Университет еңбектері- Труды Университета» НАО «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова», №4(97), Караганда, 2024. – С. 381-385), Четвертое положение – интегрированная регионально-локальная нейросетевая система прогнозирования урожайности – отражено в статье Analysis of Wheat Yield Factors and Prediction Using a Neural Network Model (Научный журнал Вестник Торайгыров университета Энергетическая серия, № 1, Павлодар, 2026. – С. 99-109.).
8.	Принцип достоверности. Достоверность источников предоставляемой информации	и 8.1 Выбор методологии – обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) <u>да</u> ; 2) нет.	Выбор методологии обоснован и достаточно подробно описан. В диссертации последовательно раскрыты этапы формирования базы данных, предварительной обработки, нормализации, разведочного анализа, обучения и проверки нейросетевых моделей, а также процедуры преобразования и агрегации локальных полевых измерений.
	Принцип достоверности. Достоверность источников предоставляемой информации	и 8.2 Результаты получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и компьютерных технологий. В работе применены статистическая обработка данных, разведочный анализ, корреляционный анализ, нейросетевое моделирование, кросс-валидация, оценка качества регрессионных моделей, аппаратное проектирование, обработка сигналов датчиков и агрегация временных рядов.

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
		1) <u>да</u> ; 2) нет.	Моделирование выполнено в MATLAB, предварительный анализ и визуализация данных – с использованием инструментов Python.
	Принцип достоверности. Достоверность источников предоставляемой информации и	8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием: 1) <u>да</u> ; 2) нет.	Теоретические выводы, модели и выявленные закономерности подтверждены экспериментальным исследованием. В диссертации представлены результаты обучения и оценки нейросетевых моделей, сравнение с линейной регрессией, кросс-валидационная проверка локальных архитектур, апробация устройства в полевых условиях и сопоставление локальных измерений температуры воздуха с данными Казгидромета.
	Принцип достоверности. Достоверность источников предоставляемой информации и	8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. В диссертации использованы источники по прогнозированию урожайности, агрометеорологическим факторам, методам машинного обучения, искусственным нейронным сетям, IoT-мониторингу, сенсорным данным и обработке аграрной информации.

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
	Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации	8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора.	Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора. Список включает 120 наименований, охватывающих зарубежные и отечественные исследования по прогнозированию урожайности, машинному обучению, нейросетевому моделированию, агрометеорологическому анализу, цифровому земледелию и сенсорному мониторингу.
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) нет.	Диссертация имеет теоретическое значение. В работе систематизированы факторы формирования урожайности пшеницы, обоснован состав входных признаков нейросетевой модели, раскрыта методология регионально-локального прогнозирования и показаны ограничения изолированного локального обучения при малом объеме выборки.
	Принцип практической ценности	9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Диссертация имеет практическое значение, и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике. Разработанная система может использоваться для поддержки принятия решений в растениеводстве, прогнозирования урожайности пшеницы, накопления

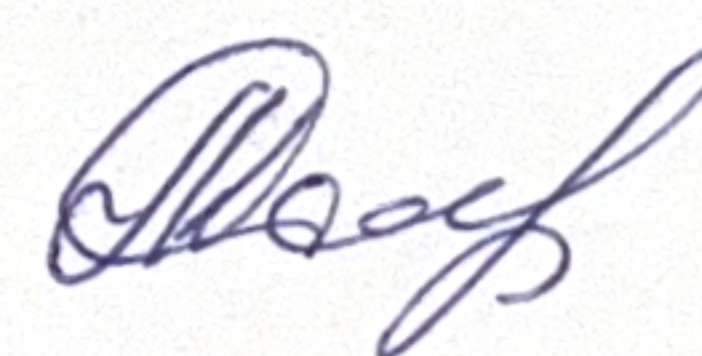
№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
		1) <u>да</u> ; 2) нет.	локальных полевых данных и уточнения прогноза с учетом условий конкретного хозяйства. Практическая реализуемость подтверждена апробацией устройства на посевном участке ТОО «Агрофирма «Мамлютская» и актом внедрения.
	Принцип практической ценности	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%).	Предложения для практики являются новыми. Практическая новизна состоит в применении разработанного устройства для получения локальных полевых данных, формировании алгоритма их преобразования и агрегации, а также в использовании локальных измерений как уточняющего компонента регионально-локальной нейросетевой системы прогнозирования урожайности.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u> ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма и оформления диссертационной работы можно оценить как высокое. Материал изложен последовательно, структура работы соответствует логике исследования, таблицы и рисунки используются для пояснения результатов. Текст выдержан в научном стиле и в целом соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам.
11.	Замечания диссертации	к Замечания к диссертационной работе имеют рекомендательный характер. 1. В разделе сопоставления региональной, локальной и интегрированной моделей целесообразно еще более явно подчеркнуть, что метрики получены при разных процедурах проверки и используются как методическое сравнение подходов, а не как прямой статистический тест.	

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
		2. При дальнейшем развитии исследования желательно расширить локальную базу данных за счет нескольких сезонов и нескольких хозяйств. Это позволит более строго проверить устойчивость локальной адаптации модели в различных агроклиматических условиях. 3. Перед окончательной подачей работы рекомендуется выполнить техническую вычитку формул, обозначений, подписей рисунков и нумерации таблиц для сохранения полного единообразия оформления. Указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы и могут быть учтены автором в последующих исследованиях.	
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 докторанта соответствует теме диссертационного исследования. По результатам работы опубликовано 6 научных трудов, из них 3 статьи – в международных рецензируемых научных журналах, 3 статьи – в изданиях, включенных в Перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности уполномоченным органом. Публикации отражают основные результаты диссертации: обоснование факторов формирования урожайности, применение нейросетевого моделирования, разработку и апробацию системы сбора локальных полевых данных, обработку агрометеорологической информации и практическую направленность предложенной регионально-локальной схемы прогнозирования. Наличие публикаций, патента на полезную модель и акта внедрения подтверждает апробацию основных результатов исследования.	
13.	Решение официального рецензента (согласно	Диссертационная работа Аубакировой Гаили Фаритовны на тему «Разработка нейросетевой системы прогнозирования урожайности зерновых культур в Северо-Казахстанской области» является самостоятельным и завершенным научным исследованием. Работа соответствует	

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
	пункту 28 настоящего Типового положения)	требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание степени доктора философии (PhD). Автором решена актуальная научно-прикладная задача разработки нейросетевой системы прогнозирования урожайности зерновых культур, включающей региональную модель, устройство сбора локальных полевых данных, алгоритмы подготовки данных и методологию регионально-локальной адаптации прогноза. Считаю, что Аубакирова Гаиля Фаритовна заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D06101 «Информатика, вычислительная техника и управление».	

Официальный рецензент

доктор философии (PhD),
ассоциированный профессор,
руководитель ГОП «Компьютерных наук»
Институт бизнеса и цифровых технологи,
НАО «Казахский агротехнический
исследовательский университет им. С.
Сейфуллина».



Аканова Акерке Сапаровна

«9» 06 2026 г.

