

ПИСЬМЕННЫЙ ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА

на диссертацию Айнакулова Жараса Жетыбаевича на тему «Разработка информационно системы с использованием подхода искусственного интеллекта для оценки и прогнозирования поведения сложных объектов», представленную в диссертационный совет по защите докторской диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070300 – «Информационные системы» при НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина»

№ 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 направленным развитию науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки 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);	Тема диссертации соответствует приоритетному направлению развития науки «Информационные, телекоммуникационные и космические технологии» в части разработки интеллектуальных информационных систем, технологий искусственного интеллекта, дистанционного зондирования Земли и обработки пространственно-временных данных. 1. Диссертационная работа выполнена в рамках научно-исследовательских проектов: «Разработка геоинформационной системы оперативного мониторинга состояния природных и техногенных территорийальных комплексов на основе данных дистанционного зондирования с беспилотных летательных аппаратов» и ИРН BR05336383 «Развитие космических технологий мониторинга и прогнозирования природных ресурсов, техногенных изменений окружающей среды, создание космической техники и наземной космической инфраструктуры, исследования объектов дальнего и ближнего космоса», что подтверждает ее соответствие приоритетным направлениям научно-технологического развития Республики Казахстан.



		3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).	
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.	Диссертационная работа вносит значительный вклад в развитие научных направлений, связанных с интеллектуальными информационными системами, обработкой пространственно-временных данных и прогнозированием поведения сложных объектов. Разработанные в диссертации методы и модели, основанные на применении искусственного интеллекта, нейросетевых архитектур и геоинформационных технологий, расширяют подходы к анализу и прогнозированию динамических процессов в условиях неопределенности. Практическую и научную значимость представляют предложенные решения по интеграции данных БПЛА, дистанционного зондирования Земли и ГИС, а также разработка гибридной модели CNN-LSTM для прогнозирования поведения сложных объектов и анализа пространственно-временных зависимостей. Полученные результаты способны способствовать развитию интеллектуального мониторинга, автоматизированной обработки геоданных и поддержке принятия решений в задачах управления и анализа сложных систем.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) высокий;	Диссертационное исследование характеризуется высокой степенью самостоятельности автора при постановке научной задачи, выборе методов



	2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	исследования, обработке и анализе данных. Автором самостоятельно разработаны архитектура интеллектуальной информационной системы, алгоритмы обработки и прогнозирования пространственно-временных данных, а также реализованы программные модули анализа поведения сложных объектов. Соискателем выполнены вычислительные эксперименты, проведен сравнительный анализ методов прогнозирования и обработаны результаты моделирования с использованием данных БПЛА, ДЗЗ и ГИС. Научные работы, опубликованные по теме диссертации в отечественных и зарубежных изданиях, включая публикации в журналах, индексируемых Scopus и рекомендованных КОСНСВО МНВО РК, а также результаты внедрения и свидетельства об авторском праве подтверждают личный вклад автора в выполнение исследования.
4. Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>обоснована</u> ; 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью повышения точности оценки и прогнозирования поведения сложных объектов на основе данных БПЛА, ДЗЗ и ГИС. Автором обосновано, что традиционные методы имеют ограничения при анализе пространственно-временных данных в условиях неопределенности и нелинейной динамики. Предложенные методы и архитектура интеллектуальной информационной системы соответствуют современным направлениям развития технологий искусственного интеллекта и пространственного анализа.
	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) отражает; 2) частично отражает; 3) не отражает.	Содержание диссертации в полном объеме соответствует заявленной теме исследования. Структура работы последовательно раскрывает вопросы разработки интеллектуальной информационной системы, методов прогнозирования поведения сложных объектов, а также интеграции данных БПЛА, ДЗЗ и ГИС. Основные

	разделы диссертации логически взаимосвязаны и отражают цели, задачи и результаты проведенного исследования.
4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u>; 2) <u>частично</u> соответствуют; 3) не соответствуют.	Поставленные цель и задачи диссертационной работы соответствуют теме исследования и направлены на разработку интеллектуальной информационно-системы для оценки и прогнозирования поведения сложных объектов. Сформулированные задачи охватывают вопросы анализа пространственно-временных данных, применения методов искусственного интеллекта, обработки данных ВПЛА, ДЗЗ и ГИС, а также разработки и исследования моделей прогнозирования. Решение поставленных задач обеспечивает достижение цели диссертационного исследования.
4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью</u> взаимосвязаны; 2) <u>взаимосвязь</u> частичная; 3) <u>взаимосвязь</u> отсутствует.	В диссертационной работе прослеживается логическая взаимосвязь между разделами и основными положениями исследования. Теоретические положения, анализ существующих методов и постановка задачи последовательно переходят к разработке архитектуры систем, моделей прогнозирования и экспериментальным исследованиям. Полученные результаты и практическая реализация подтверждают целостность и завершенность проведенного исследования.
4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ</u> есть; 2) анализ частичный;	Автором выполнен сравнительный анализ существующих методов прогнозирования и обработки пространственно-временных данных, используемых в задачах ВПЛА, ДЗЗ и ГИС. Предложенные в работе модели и архитектурные решения сопоставлены с традиционными и нейросетевыми подходами по показателям точности, устойчивости и эффективности обработки данных. Проведенный анализ подтверждает обоснованность и практическую значимость предложенных решений.

	3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов; 4) анализ отсутствует.	
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%).	Полученные в диссертации результаты обладают научной новизной и направлены на развитие методов интеллектуального прогнозирования поведения сложных объектов. Автором предложены архитектура интеллектуальной информационной системы, методы интеграции данных ВПЛА, ДЗЗ и ГИС, а также гибридная модель CNN-LSTM для анализа пространственно-временных зависимостей и прогнозирования поведения объектов. Практическую и научную значимость представляют разработанные алгоритмы обработки данных и методы прогнозирования в условиях неопределенности и нелинейной динамики.
	5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Выводы диссертационной работы обладают элементами научной новизны и основаны на результатах проведенных теоретических и экспериментальных исследований. Автором обоснована эффективность применения гибридных нейросетевых моделей и интеграции данных ВПЛА, ДЗЗ и ГИС для прогнозирования поведения сложных объектов и анализа пространственно-временных процессов. Полученные выводы подтверждают практическую применимость предложенных методов и архитектурных решений.
	5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Предложенные в диссертации технические и технологические решения обладают элементами научной новизны и ориентированы на повышение эффективности обработки и прогнозирования пространственно-временных данных. Практическую значимость представляют разработанные алгоритмы анализа данных ВПЛА, ДЗЗ и ГИС, а также архитектура

		1) полностью новые; 2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	интеллектуальной информационной системы, обеспечивающая автоматизацию процессов мониторинга и прогнозирования поведения сложных объектов. Полученные результаты имеют прикладной характер и могут быть использованы в системах мониторинга, анализа и поддержки принятия решений.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (куолиатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Достоверность и обоснованность основных выводов диссертационной работы подтверждаются результатами теоретических и экспериментальных исследований, а также сравнительным анализом существующих методов прогнозирования и обработки данных. Полученные результаты основаны на использовании данных ВПЛА, ДЗЗ и ГИС, применении современных методов искусственного интеллекта и обработке пространственно-временной информации. Выводы диссертации согласуются с результатами вычислительных экспериментов и подтверждаются эффективностью предложенных моделей и архитектурных решений.
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.	7.1. Положения, выносимые на защиту, являются доказанными и подтверждаются результатами теоретических и экспериментальных исследований. Первое положение, связанное с разработкой архитектуры интеллектуальной информационной системы, подтверждается результатами реализации и интеграции модулей обработки пространственно-временных данных. Второе положение, связанное с методом интеграции данных ВПЛА, ДЗЗ и ГИС, подтверждается результатами обработки и анализа геопространственной информации. Третье положение, связанное с применением гибридной модели CNN-LSTM, подтверждается результатами вычислительных экспериментов и сравнительным анализом точности прогнозирования.

	7.2 Является ли тривиальным, 1) да; 2) <u>нет</u>; 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) <u>широкий</u>; 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно. 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	7.2. Представленные положения не являются тривиальными, поскольку основаны на совместном применении методов искусственного интеллекта, обработки геоданных и анализа пространственно-временных зависимостей. 7.3. Положения диссертации обладают научной новизной, связанной с разработкой архитектуры системы, методов интеграции разнородных данных и применением гибридной модели CNN-LSTM для прогнозирования поведения сложных объектов. 7.4. Полученные результаты имеют широкий уровень применения в задачах мониторинга территорий, анализа геоданных, прогнозирования поведения ВПЛА и поддержки принятия решений. 7.5. Основные положения и результаты диссертации опубликованы в научных изданиях, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК, а также представлены в публикациях, индексируемых в международных базах данных.
--	--	--



8.	Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) да; 2) нет.	Да: выбор методологии в диссертационной работе обоснован и подробно описан. Автор использует комплекс взаимодополняющих методов, включая методы искусственного интеллекта, нейросетевые модели, обработку пространственно-временных данных, геоинформационный анализ и методы обработки данных БПЛА и ДЗЗ, что соответствует поставленным целям и задачам исследования.
	8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет.	Да: результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований, обработки и анализа данных, а также с применением компьютерных технологий. В работе использованы методы искусственного интеллекта, нейросетевые модели, геоинформационные системы, технологии обработки данных БПЛА и ДЗЗ, а также вычислительные эксперименты для оценки эффективности предложенных решений.	
	8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на	Да: теоретические выводы, предложенные модели и результаты экспериментальных исследований являются обоснованными и подтверждаются результатами вычислительных экспериментов и анализа данных. Полученные результаты согласуются с поставленными задачами исследования и подтверждают эффективность предложенных методов прогнозирования и обработки пространственно-временной информации.	

		основе педагогического эксперимента): 1) да; 2) нет.	
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Подтверждены: диссертационная работа содержит ссылки на современные и актуальные научные публикации по тематике искусственного интеллекта, обработки пространственно-временных данных, ВППА, ДЗЗ и ГИС. Используемые источники охватывают как фундаментальные работы, так и современные исследования, посвященные нейросетевым моделям, интеллектуальным информационным системам, геоинформационному анализу и методам прогнозирования поведения сложных объектов. Ссылки являются релевантными тематике исследования и подтверждаются научную обоснованность представленных результатов.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточно</u> /не достаточно для литературного обзора.	Достаточно: объем и содержание использованных источников литературы являются достаточными для раскрытия темы диссертационного исследования. Литературный обзор охватывает современные научные работы в области искусственного интеллекта, нейросетевых моделей, ВППА, ДЗЗ, ГИС и методов прогнозирования поведения сложных объектов, что подтверждает полноту и актуальность проведенного анализа.
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет.	Да: диссертационная работа имеет теоретическое значение, поскольку развивает подходы к построению интеллектуальных информационным систем для оценки и прогнозирования поведения сложных объектов. В работе предложены методы интеграции данных ВППА, ДЗЗ и ГИС, а также подходы к анализу пространственно-временных зависимостей с использованием гибридных нейросетевых моделей. Полученные результаты

	9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет.	расширяют методы интеллектуальной обработки гео-данных и прогнозирования динамических процессов. Да: результаты диссертационной работы имеют практическое применение в задачах обработки и анализа данных БПЛА, дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем. Разработанная интеллектуальная информационная система позволяет выполнять прогнозирование поведения сложных объектов, анализ пространственно-временных данных и поддержку мониторинга территорий. Практическая значимость подтверждается реализацией программных модулей, проведением вычислительных экспериментов и использованием результатов исследования при обработке геопространственных данных.
	9.3 Предложения для практики являются новыми: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Частично новые (25–75%): практическую новизну представляют разработанные методы интеграции данных БПЛА, ДЗЗ и ГИС, а также применение гибридной модели CNN-LSTM для анализа пространственно-временных зависимостей и прогнозирования поведения сложных объектов. Практический интерес представляют реализованные программные модули обработки геопространственных данных, алгоритмы прогнозирования рельефа и анализа траекторий БПЛА. При этом отдельные используемые методы и технологии основаны на известных подходах машинного обучения и геоинформационного анализа.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.

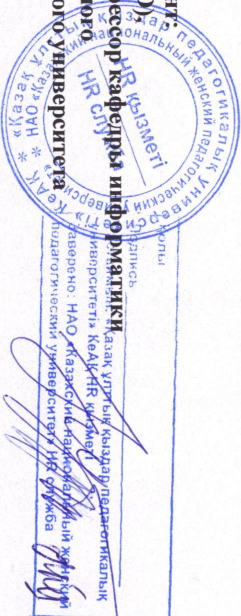
		требованиями. Материал изложен последовательно, а представленные результаты и выводы являются понятными и обоснованными.	
11.	Замечания к диссертации	1. В работе можно более подробно раскрыть вопросы интерпретируемости гибридной модели CNN-LSTM при прогнозировании поведения сложных объектов. 2. Предлагается целесообразным расширить сравнительный анализ предложенной модели с современными архитектурами прогнозирования пространственно-временных данных. 3. Отдельные разделы диссертации могли бы содержать более подробное описание параметров обучения нейросетевых моделей.	В работе можно более подробно раскрыть вопросы интерпретируемости гибридной модели CNN-LSTM при прогнозировании поведения сложных объектов. Предлагается целесообразным расширить сравнительный анализ предложенной модели с современными архитектурами прогнозирования пространственно-временных данных. Отдельные разделы диссертации могли бы содержать более подробное описание параметров обучения нейросетевых моделей.
12.	Научный уровень статей докторанта	Научный уровень публикаций докторанта соответствует требованиям, предъявляемым к PhD-диссертациям по специальности «Информационные	

по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	системы». Результаты исследования опубликованы в отечественных и зарубежных научных изданиях, включая публикации, индексируемые в Scopus, а также материалы международных конференций. Публикации охватывают вопросы интеллектуального мониторинга на основе БПЛА, обработки данных ДЗЗ и ГИС, прогнозирования поведения сложных объектов, применения нейросетевых моделей и интеллектуальных информационных систем. Опубликованные работы в достаточной степени отражают основные научные результаты диссертации, включая разработку методов интеллектуального анализа пространственно-временных данных, алгоритмов прогнозирования и архитектуры интеллектуальной информационной системы.
13. Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового Положения)	Присудить степень доктора философии (PhD) или доктора по профилю (в случае защиты в диссертационном совете при ОВПО, имеющем особый статус) или ходатайствовать перед Комитетом для присуждения докторанту степени доктора философии (PhD) или доктора по профилю (в случае защиты в диссертационном совете при ОВПО, не имеющем особый статус).

Решение официального рецензента:

Диссертационная работа по теме «Разработка информационной системы с использованием подхода искусственного интеллекта для оценки и прогнозирования поведения сложных объектов» соответствует всем требованиям специальности 6D070300 – «Информационные системы». А автор, Айнагулов Жарас Жетыбаевич заслуживает присвоение ученой степени доктора философии (Phd) по специальности 6D070300 – «Информационные системы»

Официальный рецензент:
доктор философии (PhD)
ассоциированный профессор кафедры информатики
Казахского национального
женского педагогического университета



Мекебаев Нурбапа Отанович