

## ОТЗЫВ

### официального рецензента на диссертационную работу

Асанова Ильяса Болатовича

на тему «Разработка модели планирования полетов технически разнородных БПЛА для решения задач точного земледелия», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D6102- Machine Learning & Data Science».

№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	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы);</u> 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).	Диссертация выполнена в рамках проекта ИИВТ КН МОН РК (источник финансирования Комитет науки МОН РК): ИРН: AP08856412, Номер госрегистрации: 0120PK00298 «Разработка интеллектуальных моделей обработки данных и планирования полетов для решения задач точного земледелия с применением БПЛА» в 2020-2023 годы
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> /не раскрыта	Работа <u>вносит</u> существенный вклад в развитие машинного обучения и анализ данных в сфере точного земледелия и использования БПЛА. Важность результатов хорошо <u>раскрыта</u> . В исследовании разработана модель оптимизации планирования полетов разнородных БПЛА. В работе основное внимание уделяется автоматизации процессов планирования полетов с применением генетического алгоритма, обеспечивающего минимизацию затрат на облет сельскохозяйственных угодий различных размеров и форм. Рассматривает применение мобильной наземной станции для управления, запуска и дозаправки БПЛА, что представляет собой новый шаг в цифровизации управления агротехническими процессами с помощью БПЛА. Результаты исследования показывают

			потенциальные пути для повышения эффективности и сокращения стоимости аграрных операций, подкрепленные комплексным анализом и вычислительными экспериментами.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет.	<u>Высокий</u> уровень самостоятельности, что подтверждается оригинальностью результатами, опубликованными статьями и авторскими свидетельствами.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Работа имеет внутреннее единство. Актуальность данной диссертационной работы <u>обоснована</u> . В связи с высокой стоимостью и сложностями в планировании миссий для различных типов БПЛА, возникает необходимость в разработке эффективных, гибких и экономически выгодных подходов к планированию полетов, что и предлагается в данной работе через применение машинного обучения, инновационных алгоритмов и подходов
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает.	Содержание диссертации полностью <u>отражает</u> тему. Работа написано логично и последовательно, хорошим научным языком.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>Соответствуют</u> ; 2) Частично соответствуют; 3) Не соответствуют.	Цели и задачи диссертационной работы верны и <u>соответствуют</u> теме диссертации. Все задачи отражены в тексте работы, обоснованы и достоверны.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>Полностью взаимосвязаны</u> ; 2) Взаимосвязь частичная; 3) Взаимосвязь отсутствует.	Все разделы диссертационной работы <u>полностью взаимосвязаны</u> , логично приводящие к достижению цели исследования.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>Критический анализ есть</u> ; 2) Анализ частичный;	<u>Критический анализ</u> в диссертационной работе присутствует. Автор сравнивает новые методы планирования полетов БПЛА с известными научными подходами, выделяя преимущества и недостатки каждого из них.

		3) Анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов.	Осуществляется анализ предложенных решений в контексте их применимости в точном земледелии и их влияния на снижение общих затрат и повышение эффективности агротехнических операций.
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 ключевые положения представленной диссертационной работы являются <u>полностью новыми</u> и инновационными в сфере планирования полетов БПЛА для применения в точном земледелии. Они вносят существенный вклад в разработку методов и моделей, способствующих оптимизации траекторий и минимизации затрат на полеты множества гетерогенных БПЛА, обеспечивая при этом эффективное покрытие сельскохозяйственных угодий различной формы и размера.
		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 диссертационной работы являются <u>полностью новыми</u> в области планирования полетов для множества гетерогенных БПЛА с целью оптимизации сельскохозяйственных процессов.
		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, представленные в диссертации, обладают практической значимостью и являются <u>полностью новыми</u> в сфере планирования полетов БПЛА для использования в точном земледелии. Эти решения предоставляют эффективные методы для оптимизации процессов в сельском хозяйстве, повышая их производительность и снижая затраты.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u> /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные положения в диссертационной работе <u>основаны</u> на проверенных научных теоретических положениях и экспериментальных результатах.

7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? <u>1) Доказано;</u> 2) Скорее доказано; 3) Скорее не доказано; 4) Не доказано.	Основные положения, выносимые на защиту <u>доказаны</u> . В работе обоснованы следующие положения, выносимые на защиту: 1). модель планирования полетов группы гетерогенных БПЛА и движения наземного передвижного комплекса; 2) метод планирования полетов группы гетерогенных БПЛА и движения наземного передвижного комплекса для решения задачи покрытия полей различной формы на основе генетического алгоритма; 3) результаты вычислительных экспериментов; 4) программное обеспечение симуляционной среды.
		7.2 Является ли тривиальным? 1) Да; <u>2) Нет.</u>	Основные положения <u>не являются</u> тривиальными, получены в ходе теоретических и экспериментальных исследований.
		7.3 Является ли новым? <u>1) Да;</u> 2) Нет.	Все положения, выносимые на защиту, <u>являются новыми</u> .
		7.4 Уровень для применения: 1) Узкий; 2) Средний; <u>3) Широкий.</u>	Уровень применения методов и решений, изложенных в диссертационной работе <u>широкий</u> , может быть расширен на задачи планирования полетов БПЛА для различных сельскохозяйственных условий, не ограничиваясь одним типом культур или регионом. Также, концепции, использованные в разработке этой модели, могут найти применение в других сферах, где требуется координация множества разнородных агентов, для решения задачи покрытия, обеспечивая универсальность и адаптируемость предложенных подходов.
		7.5 Доказано ли в статье? <u>1) Да;</u> 2) Нет.	Основные положения опубликованы и <u>доказаны</u> в опубликованных статьях. Опубликовано в 5 статей (в том числе: IEEE Access, процентиль по Scopus по 89%; Applied Sciences (процентиль по Scopus 63%) и три доклада на конференциях).

8.	Принцип достоверности источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: <u>1) Да;</u> 2) Нет.	Использованная в диссертационной работе методология исследования выбрана <u>обоснованно</u> и <u>достаточно</u> хорошо описана, основана на анализе источников и проведенных исследованиях..
		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 диссертационной работы <u>получены</u> с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий. Для экспериментов и проверки моделей выполнена реализация алгоритмов с использованием Python и фреймворка Django, что позволило обрабатывать данные и осуществлять визуализацию. Для генетического алгоритма применялся модуль распределенных вычислений SCOOP (Scalable Concurrent Operations in Python).
		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.	Теоретические выводы, модели и решения и закономерности <u>доказаны и подтверждены</u> результатами экспериментов.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения <u>подтверждены</u> ссылками на достоверные научные источники. Ссылки на научные источники приведены правильно и большая часть ссылок указывает на материалы последних лет.
		8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Количество использованных литературных источников <u>достаточное</u> .
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <u>1) Да;</u> 2) Нет.	Диссертация имеет <u>теоретическое значение</u> для развития технологий управления БПЛА в сельском хозяйстве.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <u>1) Да;</u>	Диссертация <u>имеет</u> практическое значение и потенциал для применения на практике. Полученные результаты могут быть использованы для разработки систем

		2) Нет.	автоматического планирования полетов для БПЛА, учитывающих особенности различных сельскохозяйственных задач.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) Полностью новые; 2) Частично новые (новыми являются 25-75%); 3) Не новые (новыми являются менее 25%)	Предложения для практики являются <u>новыми</u> для области применения, использующие современные методы машинного обучения.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) Высокое; 2) Среднее; 3) Ниже среднего; 4) Низкое.	Качество академического письма в диссертационной работе Асанова И.Б. оценивается как <u>высокое</u> . Оформление соответствует требованиям к научным работам.

Предложения официального рецензента:

1. Раздел 2 содержит в значительной степени обзор подходов, применяемых для управления БПЛА, составляя, таким образом, вместе с первой главой объем в 48 с., в то время как на решение основной задачи (3 и 4 разделы) посвящено 24 с. текста.
2. При использовании БПЛА для орошения или распыления веществ, общая масса БПЛА меняется. Целесообразно это учитывать при решении поставленных оптимизационных задач.
3. В работе присутствуют неточности в оформлении формул. В самих формулах используется курсивные буквы, в то время, как описание переменных в тексте – без использования курсива.

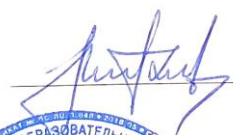
Однако, данные замечания никак снижают научную значимость и практическую применимость диссертационной работы.

Решение официального рецензента:

**Присудить степень доктора философии (PhD)** Асанову Ильясу Болатовичу по специальности «8D6102- Machine Learning & Data Science».

**Официальный рецензент:**

Профессор кафедры «Цифровых технологий обработки данных», «МИРЭА – Российский технологический университет»,  
д-р техн. наук, профессор



Евгений Витальевич Никульчев

18.04.24

Подпись руки Никульчева Е.В.

удостоверяю Специалист по кадрам  
Управления кадров

