

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА

на диссертацию Нұрғизат Еркебұлан Саметұлы на тему  
**«РАЗРАБОТКА БОРТОВОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ  
 ОРИЕНТАЦИИ НАНО СПУТНИКА НА БАЗЕ ПЛИС»,**  
 представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности  
 6D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

№ 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*	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Представленная диссертация и результаты, полученные в рамках её выполнения, соответствуют приоритетному направлению «Информационные, телекоммуникационные и космические технологии» утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан.</p>
2.	Важность для науки	Работа <b>вносит/не вносит</b> существенный вклад в науку, а её важность хорошо <b>раскрыта / не раскрыта</b> .	<p>Работа вносит существенный вклад в науку, а её важность качественно и последовательно раскрыта в тексте диссертации.</p> <p>Значимость полученных результатов подтверждается публикацией статей в периодических изданиях, индексируемых в базе данных Scopus, имеющий процентиль 80, 25 соответственно.</p>
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий;	Выполненная работа демонстрирует высокий уровень автономии и самостоятельности. Данный проект включает в себя

		4) Самостоятельности нет.	разработку стратегии экспериментальных исследований, проведение экспериментов, анализ полученных данных, а также подготовку научных статей для публикации в академических журналах. Важно отметить, что данное исследование выполнялось при активном участии научных руководителей и иностранного консультанта (Университет Сорбонна, Франция).
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: <b>1) Обоснована;</b> 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Aктуальность диссертации обозначена в разделе «Введение» и полностью обоснованно. С развитием технологий миниатюризации компонентов и увеличением их производительности открываются новые перспективы для создания наноспутников, обладающих широким спектром функциональных возможностей. Эти миссии включают в себя разнообразные задачи, включая, но не ограничиваясь, связью и научными исследованиями. В данной работе эффективное развитие бортового комплекса управления системы ориентации наноспутника, основанного на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС), приобретает критическое значение как неотъемлемый элемент успешной реализации поставленных задач. В данной работе, программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) в бортовом комплексе управления становится ключевым элементом, обеспечивающим высокую гибкость и производительность при использовании соответствующих методов определения ориентации предложенных в исследований.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Содержание диссертации полноценно отражает тему

		<p><b>1) Отражает;</b>  <b>2) Частично отражает;</b>  <b>3) Не отражает.</b></p> <p><b>4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</b>  <b>1) Соответствуют;</b>  <b>2) Частично соответствуют;</b>  <b>3) Не соответствуют.</b></p> <p><b>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</b>  <b>1) Полностью взаимосвязаны;</b>  <b>2) Взаимосвязь частичная;</b>  <b>3) Взаимосвязь отсутствует.</b></p> <p><b>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</b>  <b>1) Критический анализ есть;</b>  <b>2) Анализ частичный;</b>  <b>3) Анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;</b></p>	диссертации.  Цель и задачи, поставленные в исследовании, соответствуют теме диссертации.  Все разделы и положения диссертации имеют логическую связь.  В диссертационной работе автор представил анализ технического уровня ссылаясь на 112 источников литературы, в том числе, зарубежных авторов. В разделе 1 представлен подробный аналитический обзор состояния предметной области исследований системы ориентации наноспутника. После проведения критического анализа текущего состояния, автором разработана и предложена новая методика определения ориентации.
5.	Принцип научной новизны	<p><b>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</b></p> <p><b>1) Полностью новые;</b>  <b>2) Частично новые (новыми являются 25-75%);</b>  <b>3) Не новые (новыми являются менее 25%);</b></p> <p><b>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</b></p> <p><b>1) Полностью новые;</b></p>	<p>Научная новизна представлена в достаточной степени, а именно:</p> <p>1. Разработка и исследование алгоритма определения направления наноспутника по солнечному и магнитному показаниям комбинированным методом.</p> <p>2. Представить лабораторную модель бортового комплекса управления с программно-математическим алгоритмом.</p> <p>Новизна научных результатов подтверждается результатом экспериментальных исследований и сравнением с существующими аналогами, а также полученным актом внедрения от лабораторий космического исследования.</p> <p>Работа содержит полностью новые выводы по применению разработанного метода</p>

		<p>2) Частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) Не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>ориентации на базе контроллера ПЛИС Vidor.</p> <p>Результаты и заключения основываются на проведённом моделировании в программном обеспечении VTS, Matlab, а также подтверждается на экспериментальных исследованиях и сравнении полученных результатов с аналогами.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p><b>1) Полностью новые;</b></p> <p>2) Частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) Не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Итоговые результаты, полученные при проведении теоретических и экспериментальных исследований, являются полностью новыми и аргументированными.</p> <p>Математические модели и лабораторные эксперименты с разработанной платой БКУ системы ориентации подтверждают ценность этого технического решения.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах, т.к. теоретические положения, выдвигаемые автором, прошли апробацию на международном уровне (публикация в зарубежных периодических изданиях), а также подтверждены непосредственными экспериментальными данными.</p> <p>Все выводы представленной диссертационной работы обоснованы с научной точки зрения.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p><b>1) доказано;</b></p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано</p>	<p>7.1 Все три утверждения, представленные для защиты, тщательно обоснованы в диссертационной работе.</p> <p>Первое утверждение касается разработки математической модели ориентации наноспутника, которая основана на комбинированном методе(QUEST, TRIAD).</p> <p>Второе утверждение подразумевает проведение моделирования системы</p>

		<p>ориентации наноспутника с использованием разработанной математической модели в средах моделирования VTS и Matlab.</p> <p>Третье утверждение связано с разработкой лабораторной модели бортового комплекса управления на базе Arduino и Quartus Prime, реализующего метод определения ориентации на базе комбинирования методов QUEST, TRIAD использующих измерения магнитного и солнечного датчика. Получен акт внедрения на производстве на лабораторную модель бортового комплекса управления.</p>
	<p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p><b>1) да;</b>  <b>2) нет</b></p>	<p>7.2. Все представленные на рассмотрение положения и наблюдаемые закономерности являются уникальными. Экспериментальные результаты подтверждаются официальным актом о внедрении данной информации в ТОО "SpaceLab".</p>
	<p>7.3 Является ли новым?</p> <p><b>1) да;</b>  <b>2) нет</b></p>	<p>7.3. Все три предложенных к защите положения принципиально новые. Их новизна полностью определена в пункте 7.2 как нетривиальная.</p>
	<p>7.4 Уровень для применения:</p> <p><b>1) узкий;</b>  <b>2) средний;</b>  <b>3) широкий</b></p>	<p>7.4 Уровень для применения можно охарактеризовать как средний, так как положения предназначены для сферы космических технологий.</p>
	<p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p><b>1) да;</b>  <b>2) нет</b></p>	<p>7.5 Утверждается, что данная работа полностью подтверждена и научно обоснована в публикациях, включенных в базу данных Scopus, а также в статьях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, и в презентациях на международных конференциях. Эти публикации содержат результаты, полученные в ходе экспериментальных</p>

			исследований.
8.	Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации	<p>8.1 Выбор методологии -обоснован или методология достаточно подробно описана</p> <p>1) да; 2) нет</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>Методологический фундамент данной диссертационной работы обоснован систематически и подробно представлен в тексте самой диссертации в разделе 2. В данном исследовании подробно изложен метод определения ориентации, основанный на методике QUEST, TRIAD для бортового комплекса управления (БКУ), который реализован на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).</p> <p>В рамках данной диссертационной работы были использованы современные методы научных исследований и высокотехнологичные методики обработки и интерпретации данных с активным использованием компьютерных технологий. Ниже приведены основные аспекты использованных методов и технологий:</p> <p>а) Математическое моделирование;</p> <p>б) Имитационное моделирование (VTS и Matlab);</p> <p>с) Программирование на Arduino Vidor 4000;</p> <p>д) Лабораторные эксперименты. Полученные результаты исследования были достигнуты благодаря применению передовых методов научных</p>

			исследований и современных компьютерных технологий, что подчеркивает актуальность данной диссертационной работы и высокий уровень научной подготовки в данной области.
		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): 1) да; 2) нет	Теоретические выводы, обнаруженные взаимосвязи и закономерности были убедительно подтверждены с помощью экспериментальных исследований, имитационного моделирования, программирование с выдающейся степенью согласования между полученными результатами.
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Основные утверждения, представленные автором диссертации, полностью подтверждены ссылками на достоверную и актуальную научную литературу. Диссидентом проанализирован и рассмотрен серьёзный объём современных научных трудов в количестве 112 источников.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Список использованных источников литературы в диссертации достаточен для формирования литературного обзора.
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	Диссертация имеет теоретическое значение. Предложена новая методика определения ориентации. Результаты исследований предоставляют базу для дальнейших теоретических исследований и разработок в этой области.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Практическая применимость результатов доказана актом о внедрении полученных научных результатов на производстве.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%);	Предложения для практики являются новыми. Новая методика определения ориентации может быть внедрена в реальные космические проекты,

		3) не новые (новыми являются менее 25%)	повышая их эффективность и экономическую выгоду.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма в диссертационной работе высокое. Работа имеет законченный характер, а выводы и заключения являются достоверными.

По диссертационной работе **Нұргизат Еркебұлан Саметұлы** имеются следующие замечания:

- 1) Работа имеет незначительные орфографические погрешности.

Общая оценка указанных выше замечаний не уменьшает научную и практическую ценность данной диссертационной работы, а её достоинства остаются явными.

Диссертация по своей природе обладает прикладной значимостью выполнена на высоком научном уровне.

Тем самым, диссертационная работа Нұргизат Еркебұлан Саметұлы на тему «РАЗРАБОТКА БОРТОВОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ НАНОСПУТНИКА НА БАЗЕ ПЛИС» соответствует требованиям «Правил присуждения степеней» Министерства науки и высшего образования РК, а ее автор заслуживает ходатайства перед Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан для присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

#### Официальный рецензент

PhD, научный руководитель  
ТОО «Институт космической  
техники и технологий»  
г. Алматы, Республика Казахстан

Подпись  заверяю

23 11 2023 г.



Сухенко Анна

