

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Әден Әлішер Ерболұлы на тему «Разработка метода синтеза параметров нелинейной системы управления ориентацией спутника на основе ее математической модели в линейной форме», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D07105 – Космическая техника и технологии»

№ 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	<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><u>3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).</u></p>	<p>Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан, – «Передовое производство, цифровые и космические технологии». Тема исследования непосредственно связана с космической техникой, поскольку посвящена разработке метода синтеза параметров системы управления ориентацией спутника.</p> <p>В работе рассмотрена система управления ориентацией спутника с маховичными исполнительными органами и предложен подход к определению параметров закона управления на основе математической модели нелинейной системы в линейной форме. Полученные результаты направлены на обеспечение устойчивости, требуемого качества переходных процессов и учет физических ограничений исполнительных органов. Численное и имитационное моделирование в MATLAB/Simulink и Simscape Multibody подтверждает соответствие работы указанному приоритетному направлению.</p>
2.	Важность для науки	Работа вносит /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.	Диссертационная работа вносит существенный вклад в развитие методов синтеза систем управления ориентацией спутников, а ее научная значимость раскрыта достаточно полно. Научная ценность

			<p>исследования состоит в предложении аналитического подхода к выбору параметров PD-закона управления для нелинейной системы, представленной в линейной форме.</p> <p>Важным результатом является разделение задачи синтеза на формирование требуемой формы переходного процесса и выбор масштаба перехода к реальному времени. Это позволяет определять параметры управления не только численным подбором, но и на основе аналитических зависимостей с учетом ограничений по управляющим моментам и угловым скоростям маховиков.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <p>1) высокий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) низкий;</p> <p>4) самостоятельности нет.</p>	<p>Уровень самостоятельности соискателя оценивается как высокий. В диссертации обозначен личный вклад автора: анализ современных методов синтеза СУОС, исследование математической модели системы «спутник–маховики», разработка метода синтеза параметров PD-закона управления и расчет масштаба перехода к реальному времени с учетом ограничений исполнительных органов.</p> <p>Автором также выполнено численное моделирование модельного микроспутника и экспериментального образца СУОС, а также создана имитационная модель в среде Simscape Multibody. Это свидетельствует о самостоятельном выполнении основных этапов исследования.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <p>1) обоснована;</p> <p>2) частично обоснована;</p> <p>3) не обоснована.</p> <p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p>	<p>4.1. Актуальность диссертации обоснована. Работа направлена на решение задачи синтеза параметров системы управления ориентацией спутника с учетом устойчивости, качества переходного процесса, быстродействия и физических ограничений маховичных исполнительных органов.</p>

		<p>1) отражает;</p> <p>2) частично отражает;</p> <p>3) не отражает.</p> <p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p>1) соответствуют;</p> <p>2) частично соответствуют;</p> <p>3) не соответствуют.</p> <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) полностью взаимосвязаны;</p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует.</p> <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p>1) критический анализ есть;</p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;</p> <p>4) анализ отсутствует.</p>	<p>4.2. Содержание диссертации отражает ее тему: в работе последовательно рассмотрены обзор методов СУОС, линейная форма исходной нелинейной системы, метод определения параметров PD-закона управления, расчеты и результаты моделирования для модельного микроспутника и экспериментального образца.</p> <p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации. Поставленные задачи логически раскрывают цель исследования: от анализа известных методов и формирования математической основы синтеза до учета ограничений исполнительных органов и проверки результатов моделированием.</p> <p>4.4. Разделы и положения диссертации полностью взаимосвязаны. Структура работы выстроена по логике: постановка задачи – разработка метода – расчет параметров – численное и имитационное подтверждение.</p> <p>4.5. Предложенные автором решения аргументированы и сопоставлены с известными подходами, включая LQR, SDRE/SDARE, H_2/H_∞, MPC, робастное управление, скользящий режим и численную оптимизацию. Автор показывает ограничения известных методов и обосновывает необходимость аналитического подхода к синтезу параметров.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p> <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p>	<p>5.1. Научные результаты и положения, вынесенные на защиту, являются новыми в рамках поставленной научной задачи. Новизна заключается в разработке метода синтеза параметров закона управления на основе линейной формы исходной нелинейной системы, нормированного характеристического уравнения и учета ограничений маховиков.</p>

		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	5.2. Выводы диссертации основаны на полученных автором результатах и имеют новый научный смысл для рассматриваемого класса систем управления ориентацией спутников. 5.3. Технические и технологические решения являются новыми и обоснованными применительно к задаче синтеза параметров СУОС с маховичными исполнительными органами. Их обоснованность подтверждена расчетами и моделированием.
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (куолитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Считаю, что основные выводы диссертации основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах. Результаты обоснованы теоретическим анализом, математическим моделированием, анализом характеристических уравнений, аналитическим определением параметров закона управления, а также численным и имитационным моделированием. Выводы подтверждаются расчетами для модельного микроспутника и экспериментального образца СУОС, а также результатами моделирования в MATLAB/Simulink и Simscape Multibody. Учет ограничений по управляющим моментам и угловым скоростям маховиков повышает инженерную обоснованность полученных результатов.
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;	Положение 1 о методе синтеза параметров закона управления на основе линейной формы исходной нелинейной системы доказано, не является тривиальным, является новым, имеет широкий уровень применения и подтверждено публикациями по теме исследования. Положение 2 о двухэтапном представлении задачи синтеза через форму переходного процесса и масштаб

		<p>5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) широкий;</p> <p>4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.</p>	<p>времени доказано, не является тривиальным, является новым, имеет широкий уровень применения и отражено в опубликованных работах автора.</p> <p>Положение 3 об аналитических соотношениях для параметров закона управления доказано расчетами, не является тривиальным, является новым, имеет широкий уровень применения для СУОС с маховичными исполнительными органами и подтверждено публикациями.</p> <p>Положение 4 об учете ограничений по управляющему моменту и угловым скоростям маховиков доказано расчетной процедурой, не является тривиальным, является новым и имеет практический уровень применения.</p> <p>Положение 5 о численном и имитационном подтверждении применимости метода доказано результатами моделирования модельного микроспутника и экспериментального образца СУОС, а также отражено в диссертации.</p>
8.	<p>Принцип достоверности.</p> <p>Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет.</p>	<p>8.1. Выбор методологии обоснован и достаточно подробно описан. Автор использовал методы теории автоматического управления, теории движения твердого тела, теории устойчивости, анализа характеристических уравнений, кватернионного описания и численного моделирования.</p>

		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	8.2. Результаты получены с применением современных методов исследований и компьютерных технологий, включая MATLAB/Simulink и Simscape Multibody.
		1) да;	8.3. Теоретические выводы, модели и выявленные взаимосвязи подтверждены численным и имитационным моделированием.
		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):	8.4. Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. В обзоре рассмотрены современные подходы к синтезу СУОС, включая LQR, SDRE/SDARE, H_2/H_∞ , MPC и другие методы.
		1) да;	8.5. Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора и обоснования научной постановки исследования.
		2) нет.	
		8.4 Важные утверждения подтверждены /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	
		8.5 Использованные источники литературы достаточны /не достаточны для литературного обзора.	
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	9.1. Диссертация имеет теоретическое значение, поскольку развивает подходы к синтезу параметров систем управления ориентацией спутников на основе линейной формы исходной нелинейной модели и нормированного характеристического уравнения.
		1) да;	
		2) нет.	
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	9.2. Диссертация имеет практическое значение и высокую вероятность применения результатов на практике. Предложенный метод может использоваться при предварительном расчете параметров систем управления
		1) да;	
		2) нет.	

		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми:</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>ориентацией малых космических аппаратов с учетом ограничений исполнительных органов.</p> <p>9.3. Предложения для практики являются частично новыми: маховичные исполнительные органы и PD-закон управления известны, однако аналитическая процедура выбора параметров, масштабирование времени и учет ограничений маховиков формируют новые практические элементы.</p>
10.	Качество написания и оформления	<p>Качество академического письма:</p> <p>1) высокое;</p> <p>2) среднее;</p> <p>3) ниже среднего;</p> <p>4) низкое.</p>	<p>Качество академического письма оценивается как высокое. Работа написана в научном стиле, ее структура логически выстроена, цель, задачи, научная новизна, практическая значимость и основные положения изложены последовательно.</p> <p>Научная терминология используется корректно, результаты исследования представлены системно, а выводы связаны с расчетами, моделированием и анализом литературы.</p>
11.	Замечания к диссертации	<p><i>Существенных замечаний, влияющих на общую положительную оценку диссертационной работы, не имеется. В качестве рекомендации можно отметить целесообразность дальнейшей апробации предложенного метода на более широком классе малых космических аппаратов и при наличии дополнительных внешних возмущающих факторов.</i></p>	
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)	<p>Научный уровень публикаций докторанта по теме исследования соответствует содержанию диссертационной работы. Результаты исследования отражены в статьях, опубликованных в изданиях, индексируемых в международных базах, в материалах Springer, а также в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Республики Казахстан. Публикации подтверждают апробацию основных положений и результатов диссертации.</p>	

13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	<p>Диссертационная работа Әден Әлішер Ерболұлы на тему «Разработка метода синтеза параметров нелинейной системы управления ориентацией спутника на основе ее математической модели в линейной форме» является завершённым научным исследованием, имеющим теоретическое и практическое значение.</p> <p>Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям, а ее автор — Әден Әлішер Ерболұлы — заслуживает присвоения степени доктора философии (PhD) по специальности «8D07105 – Космическая техника и технологии».</p>
-----	--	--

Официальный рецензент,

Начальник управления аналитики и координации научных проектов,
PhD, НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби»



Мейрамбекұлы Нұрсұлтан

РАСТАЙМЫН
 «Аль-Фараби атындағы ҚазҰУ Ғылыми кадрларды
 дайындау және аттестаттау басқармасының басшысы»
 ЗАВЕРЯЮ
 Начальник управления подготовки и аттестации
 научных кадров КазНУ им. аль-Фараби


 2026 ж.ғ.

