

Письменный отзыв официального рецензента
на диссертационную работу Эден Элишер Ерболдуглы

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 (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	<p>Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам</p>	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки и/или государственным программам:</p> <p>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемой(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 (Переловое производство, цифровые и космические технологии)</p>	<p>Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям развития науки, поскольку связана с созданием методов проектирования и синтеза систем управления космических аппаратов. Работа ориентирована на повышение расчетной определенности при выборе параметров СУОС с маховичными исполнительными органами и имеет непосредственную связь с задачами развития малых спутников, бортовых систем ориентации и инженерных методов автоматического управления. Полученные результаты могут быть использованы при разработке алгоритмов управления для модельных микроспутников и экспериментальных стендов.</p>
2.	<p>Важность для науки</p>	<p>Работа <u>вносит/не вносит</u> существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта/не раскрыта</u></p>	<p>Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность раскрыта достаточно полно. Научная значимость определяется тем, что автор переносит задачу настройки PD-регулятора из области эмпирического подбора в область аналитического синтеза. Нормированное характеристическое уравнение используется не только для оценки устойчивости, но и как инструмент задания формы переходного процесса и последующего масштабирования времени с учетом реальных ограничений маховиков. Такой подход имеет значение для инженерной</p>

		практики, где требуется заранее оценивать реализуемость рассчитанных параметров.
3.	<p>Принцип самостоятельности</p> <p>Уровень самостоятельности:</p> <p>1) Высокий;</p> <p>2) Средний;</p> <p>3) Низкий;</p> <p>4) Самостоятельности нет</p>	<p>Диссертация демонстрирует высокий уровень самостоятельности. Докторант последовательно выполнил постановку задачи, провел обзор современных методов синтеза СУОС, сформировал расчетную схему выбора параметров закона управления, получил аналитические зависимости для параметров регулятора, выполнил расчеты для объектов разного масштаба и проверил работоспособность синтезированной закона управления на имитационной модели. Представленные результаты показывают, что автор владеет математическим аппаратом теории автоматического управления и средствами компьютерного моделирования.</p>
4.	<p>Принцип внутреннего единства</p> <p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <p>1) <u>Обоснована;</u></p> <p>2) Частично обоснована;</p> <p>3) Не обоснована.</p> <p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <p>1) <u>Отражает;</u></p> <p>2) Частично отражает;</p> <p>3) Не отражает</p> <p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p>1) <u>соответствуют;</u></p> <p>2) частично соответствуют;</p> <p>3) не соответствуют</p> <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <u>полностью взаимосвязаны;</u></p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Внутреннее единство диссертации выражено достаточно четко. Актуальность обоснована через необходимость синтеза параметров СУОС с учетом одновременно устойчивости, качества переходного процесса и ограничений исполнительных органов. Содержание соответствует теме: от анализа известных методов автор переходит к нормированной форме характеристического уравнения, затем к аналитическому расчету коэффициентов и проверке ограничений, после чего выполняет моделирование двух объектов и имитационную проверку экспериментального образца. Все разделы связаны общей логикой: от математической постановки к расчетной процедуре и проверке полученных параметров.</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>5. Принцип научной новизны</p>	<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>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p> <p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</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>Научная новизна диссертации выражена в предложенной процедуре синтеза параметров СУОС, в которой форма переходного процесса задается через кратные отрицательные корни нормированного характеристического уравнения, а требуемое быстрое действие вводится через масштаб перехода к реальному времени. Новым является также совместное рассмотрение аналитически рассчитанных параметров РД-закана управления и физических ограничений маховичных исполнительных органов. Выводы диссертации являются новыми в рамках поставленной задачи и подтверждают применимость предложенного подхода к объектам с различными инерционными характеристиками. Технические и расчетные решения являются частично новыми и обоснованными.</p>
<p>6. Обоснованность основных выводов</p>	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направленный подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Основные выводы являются обоснованными и следуют из результатов, представленных в главах диссертации. Доказательная база включает аналитический вывод параметров закона управления, расчет допустимого масштаба времени, проверку ограничений по максимальному моменту и скорости маховиков, моделирование модельного микроспутника и экспериментального образца, а также имитационные испытания при одно- , двух- и трехканальных заданиях. Полученные результаты согласованы</p>

		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	между собой и подтверждают, что предложенная процедура синтеза не зависит от одного конкретного масштаба объекта.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет	Первое положение о методе синтеза параметров РД-закона управления доказано, не является тривиальным, является новым, имеет широкий уровень применения и отражено в публикациях автора. Второе положение о раздельном формировании формы переходного процесса и масштаба времени доказано, не является тривиальным, является новым и имеет широкий уровень применения в задачах СУОС. Третье положение об аналитических соотношениях для параметров закона управления доказано расчетами, является новым и не является тривиальным. Четвертое положение об учете ограничений маховиков доказано через расчет допустимого быстроедействия и имеет практическую применимость. Пятое положение о численном и имитационном моделировании доказано результатами расчетов и проверено на двух объектах исследования.
8.	Принципы достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет 8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	Достоверность результатов обеспечивается корректным выбором методологии и последовательной проверкой расчетных положений. В работе используются современные методы анализа линейных и нелинейных систем, кватернионная кинематика, характеристические уравнения, численное моделирование и имитационная модель в Simscape Multibody. Теоретические выводы подтверждены расчетными экспериментами, а важные утверждения подтверждаются ссылками на актуальные источники по СУОС, маховичным исполнительным органам, SDR/SDARE, LQR, H ₂ /H _∞ , MPC и другим методам синтеза.

	<p>1) <u>да</u>; 2) нет</p> <p>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):</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p> <p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены</u> ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p> <p>8.5 Исползованные источники литературы <u>достаточно/не достаточно</u> для литературного обзора</p>	<p>Исползованные источники для раскрытия состояния исследуемой проблемы.</p>
<p>9. Принцип практической ценности</p>	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p> <p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p> <p>9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые:</p>	<p>Теоретическая ценность работы состоит в том, что предложена аналитическая связь между параметрами закона управления, инерционными характеристиками спутника, формой переходного процесса и масштабом реального времени. Практическая ценность заключается в возможности применять полученную расчетную процедуру до этапа детального имитационного моделирования, чтобы определить допустимые параметры регулятора и избежать превышения физических ограничений исполнительных органов. Предложения для практики являются частично новыми и могут быть использованы при проектировании СУОС малых космических аппаратов, выборе маховиков и настройке лабораторных образцов.</p>

