ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Ибраимова Айгерім Талайбекқызына тему «Динамика малого тела с переменной массой в гравитационном поле двойных систем с переменными массами при наличии реактивных сил», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D061100 – Физика и астрономия»

№ 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	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или 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); 3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).	Диссертационная работа **выполнена** в рамках плановых фундаментальных научных исследований **ПЦФ** по темам «BR10965141 - Создание национальной Виртуальной Обсерватории на базе роботизированных телескопов, Big Data технологий и высокопроизводительных вычислительных систем» и «BR20280974 - Программа фундаментальных астрофизических исследований в Казахстане: наблюдения и теория» Комитета науки МНВО РК.
2.	Важность для науки	Работа **вносит**/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность **хорошо раскрыта**/не раскрыта.	Данное исследование представляет собой весомый вклад и **вносит** в изучение динамики нестационарных гравитирующих систем. Оно эффективно объединяет теоретический анализ с численными методами моделирования, что придаёт работе актуальность как в области фундаментальной науки, так и в решении прикладных задач современной динамической астрономии. Научная значимость полученных результатов убедительно обоснована и **хорошо раскрыта** в тексте диссертационной работы.

3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) **высокий**; 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Диссертация отличается **высоким** уровнем изложения. Основные результаты получены автором самостоятельно. Отчетность и интерпретация результатов осуществлялись при взаимодействии с научными руководителями. Работа представляет научную ценность для исследований динамической эволюции нестационарных объектов и может найти широкое применение в будущем при изучении орбитальных характеристик экзопланетных систем.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) **обоснована**; 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность проведённого исследования подробно раскрыта и **обоснована**, а также аргументирована во вступлении диссертационной работы.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) **отражает**; 2) частично отражает; 3) не отражает.	Содержание диссертационной работы в полной мере **отражает** заявленную тему. В исследовании получены эволюционные уравнения для ограниченной задачи трёх тел с неизотропным изменением масс, что создаёт основу для анализа динамической эволюции планетных систем.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) **соответствуют**; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Поставленные в работе цели и задачи полностью **соответствуют** с тематикой диссертационного исследования.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) **полностью взаимосвязаны**; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует.	Во «Введении» представлено развернутое описание проведенного исследования. Четыре главы диссертации структурированы последовательно. Заключение основано на результатах, полученных в каждой из глав, а все разделы работы органично дополняют друг друга и **полностью взаимосвязаны**.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) **критический анализ есть**; 2) анализ частичный;	Докторант сопоставил полученные новые результаты с ранее известными решениями для случая постоянной массы, показав их согласованность. Также был **выполнен критический анализ** полученных данных.

		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?	В диссертационной работе проведено исследование ограниченной задачи трёх тел при условии переменной массы, в ходе которого получены оригинальные научные результаты. Представленные подходы и выводы являются **полностью новыми** и не имеют аналогов в существующих исследованиях.
		1) **полностью новые;**	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы диссертации являются **полностью новыми и** носят новаторский характер. Впервые в научной работе были: - выведены новые обобщённые формы уравнений движения планеты и астероида в виде уравнений Ньютона; - разработан алгоритм для аналитического расчёта возмущающих сил, воздействующих на планету и астероид; - получены новые эволюционные уравнения для орбитальных элементов планеты и астероида с переменной массой, движущихся вокруг звезды.
		1) **полностью новые;**	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Технические решения, представленные в данной работе, являются **полностью новыми** и обоснованными. Полученные результаты реализованы с использованием программного пакета Wolfram Mathematica.
		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).	По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, включая 2 статьи в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. Также опубликовано 3 статьи в журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК, и представлено 10 докладов на международных конференциях. Эти публикации подтверждают корректность основных положений исследования. Полученные результаты согласуются с известными решениями при условии постоянства массы.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	В диссертации изложены три основные положения, выносимые на защиту: 1. Уравнения движений звезды, планеты и астероида с произвольными законами изменения масс и при наличии
		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. 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет; 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) широкий; 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно. 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет;	реактивных сил, полученные на основе новой физической модели в рамках ограниченной задачи трех тел с переменными массами, позволяют исследовать различные эффекты переменности масс в эволюционных треках гравитирующих систем; **7.1 доказано** **7.2 нет** **7.3 да** **7.4 широкий** **7.5 да** 2. Новая общая форма уравнения возмущенного движения небесных тел с переменными массами в виде уравнений Ньютона в орбитальной системе координат на базе апериодического движения по квазиконическому сечению, а также новые основные эволюционные уравнения движения планеты и астероида корректно описывают эволюцию орбитальных параметров системы звезда-планета-астероид с переменными массами при наличии реактивных сил; **7.1 доказано** **7.2 нет** **7.3 да** **7.4 широкий** **7.5 да** 3. Для системы Солнце+Юпитер+АстероидRyugu(для внутренней задачи) и Chiron (для внешней задачи) установлено, чтозначение большой полуоси из-за переменности масс Солнца

		3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	Ryugu за 1 000 000 лет (84 245 оборотов Юпитера) растет от 1,1 а.е. до 3,5 а.е.; величина эксцентриситетов астероидов Ryugu и Chiron из-за трансверсальной составляющей реактивной силы астероида начиная с 200 000 лет у Ryuguy меньшается на 16%, а у Chiron уменьшается на 3%; величинанаклонений орбиты астероида, из-за переменности масс Солнца, колеблется от 6 до 8 градусов, тогда какчастота периода уменьшается и изменения начинаются со 150 000 лет. **7.1 доказано** **7.2 нет** **7.3 да** **7.4 широкий** **7.5 да**
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	Методы теории возмущений, применяемые в диссертации, описаны достаточно подробно. Во второй главе ясно обоснована необходимость использования теории возмущений.
	Достоверность источников и предоставляемой информации	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:	В работе применены современные аналитические и численные методы с использованием системы символьной алгебры Wolfram Mathematica.
		1) **да**;	
		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):	Теоретические выводы, модели, а также выявленные зависимости и закономерности сопоставлены с ранее известными решениями для случая постоянной массы, что подтверждает корректность полученных результатов.
		1) **да**;	
		2) нет.	

		8.4 Важные утверждения **подтверждены**/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Ключевые положения диссертации **подтверждены** ссылками на публикации в международных научных журналах.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора.	Диссертация включает полноценный обзор литературы, в котором использовано 76 источников.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) **да**; 2) нет.	Диссертация обладает значительной теоретической ценностью, поскольку в классической механике ограниченная задача трёх тел рассматривается при условии постоянных масс, тогда как небесные тела являются нестационарными. В данной работе впервые изучается ограниченная задача трёх тел с учётом изменения масс и выведены эволюционные уравнения орбитальных элементов.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) **да**; 2) нет.	Практическая значимость работы обусловлена применением методов анализа нестационарных динамических систем, которые могут быть использованы в текущих и перспективных научных проектах, направленных на изучение факторов нестационарности как естественных, так и искусственных небесных тел.
		9.3 Предложения для практики являются новыми: 1) **полностью новые**; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Идеи и практические предложения, сформулированные в ходе диссертационной работы, являются совершенно новыми.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) **высокое**; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Структура и оформление текста диссертации отвечают установленным требованиям, а список литературы оформлен в соответствии с нормативными стандартами.
11.	Замечания к диссертации	В диссертационной работе Ибраимовой А.Т. выявлены орфографические ошибки, а также имеются рисунки с мелкими подписями. Кроме того, в списке публикаций рекомендуется указать актуальные импакт-факторы и процентили зарубежных журналов. Тем не менее, указанные замечания не снижают научно-практическую ценность диссертации и не влияют на её общую положительную оценку.	

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)	1) Статья «Perturbation Methods in Solving the Problem of Two Bodies of Variable Masses with Application of Computer Algebra» отличается высоким научным уровнем. В ней рассматриваются две широко используемые модели теории возмущений, применяемые к ограниченной задаче трёх тел с переменными массами. Работа опубликована в журнале с высоким импакт-фактором, что подтверждает её научную значимость. Учитывая это, считаю статью полностью соответствующей теме исследования соискателя. 2) Статья «Study of Secular Perturbations in the Restricted Three-Body Problem of Variable Masses Using Computer Algebra» также обладает высоким уровнем научной проработки. В ней на основе уравнений движения в относительной системе координат выведены дифференциальные уравнения в оскулирующих элементах квазиконических орбит, что позволило описать вековые возмущения при малых эксцентриситетах и наклонениях. Данная статья, безусловно, соответствует тематике диссертационного исследования. 3) Работа «Equations of motion of the restricted three-body problem with non-isotropically variable masses with reactive forces» также выполнена на высоком научном уровне. В статье получены уравнения движения в абсолютной и относительной системах координат, учитывающие неизотропное изменение масс и наличие реактивных сил, исходя из обобщённого уравнения Мещерского. Статья полностью соответствует теме исследования докторанта. 4) Статья «New forms of the perturbed motion equation» посвящена выведению новых форм уравнений возмущенного движения в виде уравнений Ньютона в различных системах оскулирующих переменных. Работа демонстрирует высокий уровень теоретической проработки и полностью совпадает с научным направлением диссертации. 5) Статья «Evolution equations of the restricted three-body problem with variable masses» также отличается высоким научным уровнем. В ней представлены эволюционные уравнения орбитальных элементов для планеты и астероида в относительной системе координат. Тематика статьи напрямую связана с темой диссертационного исследования и подтверждает её актуальность и глубину.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Исходя из вышеизложенного, считаю что представленная диссертация на тему «Динамика малого тела с переменной массой в гравитационном поле двойных систем с переменными массами при наличии реактивных сил» отвечает требованиям Правил присуждения ученых степеней, а ее автор, Ибраимова Айгерім Талайбеккызы, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D061100– Физика и астрономия».

Официальный рецензент:
PhD, профессор Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева **Мырзакулов Н.А.**