

Письменный отзыв официального рецензента **Кангужина Балтабека Есмаевича**  
на диссертационную работу Омарова Мади Тулегеновича по теме «Диффузионно-волновые уравнения в неканонических областях»,  
представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05401- «Математика»

№ 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><u>1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы);</u></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>Диссертационное исследование выполнено в рамках проекта грантового финансирования научных и (или) научно-технических проектов на 2024–2026 годы AP23488729 «Дифференциальные уравнения в частных производных дробного порядка в областях с изменяющимися границами и сопутствующие особые интегро-дифференциальные уравнения», финансируемого из государственного бюджета (руководитель проекта — д.ф.-м.н., профессор Рамазанов М.И.). Работа соответствует приоритетному направлению развития науки № 4 «Интеллектуальный потенциал страны», специализированное научное направление — № 5 «Фундаментальные и прикладные исследования в области математики, механики, астрономии, физики, химии, биологии, информатики и географии».</p>
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит/не</u> вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта/не</u> раскрыта.	<p>Диссертационное исследование представляет значительный научный интерес для современной теории дробных дифференциальных уравнений. В работе последовательно и глубоко исследованы функции Грина, дробные потенциалы, интегральные представления решений, а также проблемы существования и единственности решений краевых задач в вырождающихся и</p>

			неканонических областях. Полученные результаты вносят существенный вклад в развитие данного направления, а их теоретическая значимость раскрыта автором достаточно полно и убедительно.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>высокий</u> ; 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Степень самостоятельности докторанта может быть оценена как высокая. Ключевые математические результаты диссертационного исследования получены соискателем лично; им самостоятельно выполнены доказательства основных утверждений и подготовлены научные публикации по теме работы.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>обоснована</u> ; 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность темы диссертационного исследования обоснована достаточно убедительно. Совместное рассмотрение дробного по времени оператора и нетривиальной геометрии области приводит к возникновению новых аналитических задач, не сводимых к классическим постановкам теории уравнения теплопроводности. Во введении последовательно раскрыт научный контекст исследования, обозначены основные направления предшествующих работ и ясно определена научная ниша, в рамках которой выполнена данная диссертация.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>отражает</u> ; 2) частично отражает; 3) не отражает.	Тема диссертационного исследования и его содержание находятся в полном соответствии. Все разделы работы подчинены единой научной логике, связанной с исследованием дробно-диффузионных и диффузионно-волновых уравнений в областях неканонической геометрии, а также с разработкой аналитического аппарата, необходимого для изучения соответствующих краевых задач. Такое содержательное единство обеспечивает целостность диссертационной работы и

			внутреннюю согласованность полученных результатов.
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>соответствуют</u>;</li> <li>2) частично соответствуют;</li> <li>3) не соответствуют.</li> </ol>	<p>Сформулированные цель и задачи исследования в полной мере соответствуют заявленной теме диссертации. Поставленные задачи охватывают как построение базового аналитического аппарата, включая функции Грина и одномерные модельные конструкции, так и последующее применение разработанных методов к конкретным краевым задачам в сужающихся, вырождающихся областях. Такая постановка обеспечивает логическую завершённость исследования и последовательный переход от общетеоретических результатов к их использованию в задачах с неканонической геометрией области.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>полностью взаимосвязаны</u>;</li> <li>2) взаимосвязь частичная;</li> <li>3) взаимосвязь отсутствует.</li> </ol>	<p>Логическая взаимосвязь между разделами диссертационной работы последовательно прослеживается на всём протяжении исследования. Теоретические положения и вспомогательный аналитический аппарат, изложенные в первой главе, служат необходимой основой для дальнейших построений во второй главе. В свою очередь, полученные результаты, касающиеся правосторонних дробных операторов и функций Грина, естественным образом используются при исследовании краевых задач в неканонических областях, рассмотренных в третьей и четвёртой главах. Это обеспечивает внутреннюю целостность работы и методологическую преемственность между её основными разделами.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p>	<p>Сравнительный анализ с ранее полученными научными результатами выполнен на должном уровне. Автором привлечён необходимый круг источников, охватывающих основные направления</p>

		<p>1) <u>критический анализ есть</u>;</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>дробного анализа, теорию специальных функций, методы функций Грина, а также исследования краевых задач в нецилиндрических и неканонических областях. Это позволяет корректно определить место полученных в диссертации результатов в существующей научной традиции и обоснованно оценить их вклад в развитие рассматриваемого направления.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Научные результаты диссертационного исследования и положения, выносимые на защиту, обладают самостоятельным и оригинальным характером. К числу наиболее значимых новых результатов следует отнести получение интегрального представления решения уравнения с правосторонней производной Лиувилля, построение функций Грина для модельных и угловых областей, а также разработку весовой функциональной схемы исследования диффузионно-волновой краевой задачи. Указанные результаты свидетельствуют о научной новизне работы и её вкладе в развитие аналитических методов теории дробных дифференциальных уравнений.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Выводы диссертационной работы основаны на теоремах, доказанных автором самостоятельно, и непосредственно следуют из полученных в ходе исследования аналитических результатов. Они не сводятся к изложению ранее известных положений, а отражают новые научные результаты, обладающие самостоятельной значимостью. В этом отношении представленные выводы могут рассматриваться как оригинальный вклад автора в развитие исследуемого направления теории дробных дифференциальных уравнений.</p>

		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Диссертационная работа имеет преимущественно теоретико-математическую направленность, что обуславливает специфику полученных в ней результатов. Разработанные автором аналитические схемы, интегральные представления решений, критерии разрешимости и функциональные подходы отличаются оригинальностью, строгой математической обоснованностью и представляют собой существенный вклад в развитие соответствующего научного направления. Полученные результаты обладают научной новизной и формируют основу для дальнейших теоретических исследований, а также для возможного использования при разработке прикладных методов анализа задач дробной диффузии и диффузионно-волновых процессов.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (квалитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).</p>	<p>Основные выводы диссертационной работы имеют надёжное математическое обоснование и опираются на последовательно применённый автором аналитический инструментарий. В исследовании используются функции Миттаг–Леффлера и Райта, интегральные уравнения Вольтерра второго рода, дробные потенциалы, асимптотические оценки, функции Грина и весовые функциональные пространства. Ключевые утверждения сопровождаются соответствующими доказательствами, что подтверждает достоверность полученных результатов и внутреннюю логическую завершённость диссертационного исследования.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p>	<p>Результаты, представленные в диссертационной работе, сопровождаются строгими математическими доказательствами, что</p>

		<p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) <u>доказано</u>;</p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано;</p> <p>5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) <u>нет</u>;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) <u>да</u>;</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) <u>широкий</u>;</p> <p>4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.</p>	<p>подтверждает их научную достоверность и обоснованность. Полученные выводы отличаются теоретической глубиной и не сводятся к тривиальным следствиям известных положений. Основные результаты исследования обладают признаками научной новизны и самостоятельности, что подтверждается проведенным автором анализом современной научной литературы по тематике диссертации. Материалы работы имеют значимый потенциал дальнейшего использования: они могут быть применены при разработке специальных курсов для высших учебных заведений, а также востребованы в исследованиях по теории дифференциальных уравнений, дробному исчислению и смежным разделам математического анализа.</p>
8.	Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет.</p>	<p>Выбор методологии исследования является обоснованным и соответствует характеру поставленных задач. Используемый набор методов представлен во введении и далее последовательно</p>

			<p>применяется при доказательстве основных результатов диссертационной работы. Автор корректно сочетает методы дробного исчисления, элементы теории специальных функций, метод функций Грина, технику интегральных уравнений Вольтерра и средства функционального анализа. Такое методологическое сочетание позволяет адекватно исследовать краевые задачи для дробно-диффузионных и диффузионно-волновых уравнений в областях неканонической геометрии.</p>
		<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет.</p>	<p>Полученные в диссертации результаты основаны на применении современных методов математического исследования. Для работ данного профиля определяющее значение имеет не вычислительный эксперимент, а корректность постановок, строгость аналитических построений и полнота доказательств; в этом отношении диссертационная работа соответствует современным требованиям, предъявляемым к теоретико-математическим исследованиям. Компьютерные технологии при этом могут рассматриваться как вспомогательный инструмент, не подменяющий основного аналитического содержания работы.</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): 1) да; 2) нет.</p>	<p>Для математической диссертации основным способом подтверждения достоверности полученных результатов является строгое аналитическое доказательство. В рассматриваемой работе теоретические выводы, постановки задач и установленные взаимосвязи получили необходимое математическое обоснование. Корректность построенных решений подтверждается их подстановкой в исходные уравнения и граничные условия, а также</p>

			согласованностью полученных результатов с известными частными и предельными случаями общей теории. Это позволяет оценить выводы диссертации как достаточно обоснованные и достоверные.
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Ключевые положения диссертационной работы имеют надлежащее библиографическое сопровождение. Автор опирается как на классические, так и на современные исследования, посвящённые детальному анализу, теории специальных функций, методам решения краевых задач, функциям Грина и уравнениям в нецилиндрических областях. Это позволяет рассматривать представленные результаты в контексте сложившейся научной традиции и обеспечивает необходимую преемственность исследования.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора.	Представленный в диссертации обзор научной литературы может быть оценён как достаточный и соответствующий тематике исследования. В нём отражены основополагающие работы по детальному исчислению, исследования, посвящённые функциям Райта и Миттаг–Леффлера, публикации по детально-диффузионным и диффузионно-волновым уравнениям, а также труды, связанные с изучением краевых задач в областях с переменной и неканонической геометрией. Это обеспечивает необходимую теоретическую базу для постановки задач диссертации и позволяет корректно соотнести полученные результаты с существующими научными разработками.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да;	Диссертационная работа обладает существенной теоретической значимостью. Полученные в ней результаты способствуют дальнейшему развитию

		2) нет.	метода функций Грина применительно к дробным дифференциальным уравнениям и расширяют возможности аналитического исследования краевых задач в областях со сложной и неканонической геометрией. В этом отношении работа представляет научный интерес для теории дробных уравнений и смежных разделов математического анализа.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет.	Практическая значимость диссертационной работы имеет перспективный характер и определяется возможностью дальнейшего использования полученных результатов в смежных теоретических и прикладных исследованиях. Построенные функции Грина и интегральные представления решений, а также установленные условия разрешимости могут быть применены при изучении прямых и обратных задач для уравнений дробного порядка.
		9.3 Предложения для практики являются новыми: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Прикладные аспекты диссертационной работы непосредственно связаны с полученными в ней аналитическими результатами. Поскольку исследование имеет преимущественно теоретико-математический характер, его практическая значимость проявляется прежде всего в возможности дальнейшего использования построенных функций Грина, интегральных представлений решений, условий разрешимости и функциональных подходов при изучении прямых и обратных задач, а также при разработке приближённых методов для моделей с эффектом памяти.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее;	Текст диссертационной работы выполнен на высоком научном уровне. Изложение материала характеризуется логической последовательностью,

