

ОТЗЫВ
официального рецензента на диссертационную работу
Шугаевой Тилектес Жалгасовны на тему «Моделирование динамики пучков заряженных частиц в статических и
времяпролетных масс-спектрометрах», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности
«6D060400 – Физика».

№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	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям развития науки и государственным программам Республики Казахстан
		1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) <u>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</u> <u>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</u>	2) Диссертация выполнена в рамках государственного проекта, финансируемого из государственного бюджета по гранту: «Моделирование влияния краевых полей при проектировании и расчете бессеточных энерго- и масс-анализаторов заряженных частиц». ИРН проекта AP09258546 Руководитель проекта д.ф.м.н., профессор Спивак-Лавров И.Ф. (2021-2023 гг.).
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> /не раскрыта	Результаты работы являются существенным вкладом в науку, важным в своих теоретических и практических применениях. Научная значимость работы заключается в разработке аналитических и компьютерных методов расчета и оптимизации физических и приборных характеристик

			статических и времяпролетных масс-анализаторов на основе двумерных, конических, а также осесимметричных и трансаксиальных электростатических и магнитных полей путем моделирования динамики пучков заряженных частиц в этих полях.
3.	Принцип самостоятельности и	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности высокий. В диссертации была проведена работа с литературой, и проведены расчеты, и анализ полученных результатов. Автор участвовал в разработке алгоритмов, создании программ и проведении численных расчетов физических и приборных характеристик статических и времяпролетных масс-анализаторов на основе двумерных, конических, трансаксиальных и осесимметричных электростатических систем с использованием пакетов прикладных программ, созданных с применением метода Монте-Карло.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность работы обоснована. В работе развит метод моделирования динамики пучков заряженных частиц, основанный на использовании безразмерных уравнений Ньютона и аналитических выражений для потенциалов, а также дифференциальных уравнений, определяющие отклонение частиц пучка от осевой траектории. Показано, что использование этих методов и метода Монте-Карло

			<p>позволяет моделировать поведение пучков заряженных частиц в КОС. Необходимо также отметить, что разработанный метод решает задачу расчета поведения широких пучков в КОС без использования традиционной теории абберации. Эффективность предложенных методов возрастает, если известны аналитические выражения для потенциалов, описывающих электрические и магнитные поля КОС.</p>
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>	<p>Содержание диссертации хорошо отражает тему исследования. Диссертация содержит 5 разделов, которые в полном объеме раскрывают содержание полученных результатов. Цели и задачи исследования, результаты и выводы согласованы друг с другом и соответствуют теме диссертации.</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют</p>	<p>В диссертационной работе автором четко сформулированы цель и задачи исследования, которые полностью позволяют раскрыть тему диссертации.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Все разделы и положения диссертации логично взаимосвязаны и соответствуют принципу внутреннего единства. Во введении обосновывается актуальность диссертационной работы, сформулирована цель работы, определены объект и предмет исследования, а также выбраны</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>методы исследования.</p> <p>Автор аргументировано сравнивает полученные результаты с результатами предыдущих авторов и показывает перспективу использования своего метода расчета КОС и моделирования динамики пучков заряженных частиц в статических и времяпролетных масс-спектрометрах.</p> <p>Критический анализ есть.</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>Научные результаты и положения, выносимые на защиту в данной работе являются частично новыми.</p> <p>Основные результаты:</p> <p>1. Разработан метод моделирования динамики пучков заряженных частиц, основанный на использовании безразмерных уравнений Ньютона для заряженной частицы в электрических и магнитных полях, описываемых скалярными потенциалами;</p> <p>2. Развита методика расчета двумерных, осесимметричных, трансаксиальных и конических полей, основанные на использовании методов теории функций комплексной переменной;</p> <p>3. Получены аналитические выражения для потенциалов, описывающих поля конкретных осесимметричных и трансаксиальных КОС;</p> <p>4. Рассчитаны трехэлектродные трансаксиальные линзы для</p>

			<p>призменного масс-анализатора с КАП;</p> <p>5.Разработанные математические методы используются для расчета новых схем статических и времяпролетных МС. В случае статических масс-спектрометров особенно перспективна схема призменного масс-спектрометра с основе КАП и трансаксиальными линзами;</p> <p>6.Предложены и рассчитаны оригинальные схемы ВПМА на основе цилиндрических зеркал с осесимметричным полем без использования мелкоструктурных сеток с фокусировкой кольцо-ось и ось-кольцо;</p> <p>7.Разработаны теория и алгоритмы численных расчетов пространственно-времяпролетной фокусировки в трансаксиальных зеркалах и проведен расчет приборных характеристик конкретных конструкций на основе трехэлектродных зеркал.</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>Выводы диссертации являются новыми. В частности, рассчитана схема призменного масс-спектрометра с конусовидной ахроматичной призмой (КАП) и трансаксиальными линзами. Показано, что такой масс-спектрометр при небольших размерах обладает рекордным разрешением и параметром «качество». В работе</p>

			также реализован метод расчета времени пролета заряженных частиц в электростатических зеркалах от источника до детектора, основанный на численном интегрировании безразмерных уравнений Ньютона и линейной интерполяции решений в области детектора, где поле отсутствует.
6.	Обоснованность основных выводов	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)	В данной диссертационной работе использован метод расчета КОС, основанный на применении дифференциальных уравнений, определяющих отклонение частиц пучка от осевой траектории, а также безразмерных уравнений Ньютона. Показано, что использование этих уравнений и метода Монте-Карло позволяет моделировать поведение пучков заряженных частиц в КОС и создать имитационную модель статических и времяпролетных масс-анализаторов. Необходимо также отметить, что разработанные методы решает задачу расчета широких пучков в КОС без использования традиционной теории аббераций. Эффективность предложенных методов возрастает, если известны аналитические выражения для потенциалов, описывающих электрические и магнитные поля КОС.
7.	Основные положения, выносимые на	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение?	Положение №1. Численные решения точных безразмерных дифференциальных уравнений

	защиту	<p>1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет</p>	<p>движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях исследуемых корпускулярно-оптических систем, полученные с использованием аналитических выражений для потенциалов, позволяют моделировать динамику пучков заряженных частиц в статических и времяпролетных масс-спектрометрах, учитывая распределение ионов, вылетающих из источника по координатам и углам вылета, а также по энергиям и массам с учетом поправок на абберации.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано;</p> <p>7.2 Является ли тривиальным? 2) нет;</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) да;</p> <p>7.4 Уровень для применения: 3) широкий;</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да.</p> <p>Положение №2. В статическом призмном масс-спектрометре с конусовидной ахроматичной призмой и трансаксиальными линзами моделирование массового дуплета с относительной разнице в массах $\gamma=1/20000$ показало, что достигается разрешение по массе у основания пиков 20000, а на полувьсоте пиков</p>
--	--------	--	---

			<p>40000, что больше в 8 раз в сравнении с разрешением масс-спектрометра Матсуда при почти одинаковых размерах прибора и параметрах ионного источника.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано;</p> <p>7.2 Является ли тривиальным? 2) нет;</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) да;</p> <p>7.4 Уровень для применения: 3) широкий;</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да.</p> <p>Положение №3. В результате моделирования динамики заряженных частиц, вылетающих из точечного источника во времяпролетном масс-спектрометре на основе осесимметричного цилиндрического зеркала для массового дуплета с относительной разницей в массах $\gamma=1/4000$ достигается разрешение 4000 на уровне 50% от высоты пиков, а в случаи трехэлектродного трансаксиального зеркала также достигается энергетическая и пространственная времяпролетная фокусировка ионного пучка, что позволяет использовать эти зеркала для создания многоотражательных времяпролетных масс-анализаторов.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано;</p>
--	--	--	--

			<p>7.2 Является ли тривиальным? 2) нет;</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) да;</p> <p>7.4 Уровень для применения: 3) широкий;</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да.</p>
8.	<p>Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана 1) да; 2) нет</p>	<p>Выбор методологии диссертации хорошо обоснован и достаточно подробно и детально описан.</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>Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий. При моделировании динамики пучков заряженных частиц проводилось численное интегрирование системы дифференциальных уравнений с помощью компьютерной программы на языке VBA, реализующей четырехточечный метод Адамса с автоматическим выбором шага интегрирования. Разгонные точки для метода Адамса находились с использованием метода последовательных сближений Крылова. Начальные условия для заряженных частиц, вылетающих из источника ионов, определялись с использованием метода Монте-Карло.</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): <u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены теоретическими исследованиями, корректностью использованных методов и сравнением с ранее полученными результатами.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения подтверждены/частично <u>подтверждены</u>/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>В диссертационной работе важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.</p>
		<p>8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Список использованных источников содержит 115 названий. По теме диссертационной работы было опубликовано 12 публикаций в том числе 5 статей, входящих в базу данных SCOPUS, и статьи в изданиях, входящих в перечень КОКСНВО. Все вышеперечисленное свидетельствует о хорошей обоснованности основных выводов.</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>Диссертация имеет высокое теоретическое значение так как направлена на решение актуальной проблемы корпускулярной оптики и научного приборостроения.</p>
		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>Теоретические результаты, полученные в диссертационной работе могут быть использованы для создания статических и времяпролетных масс-анализаторов.</p>
		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Идеи и предложенные в диссертации схемы статических и времяпролетных масс-спектрометров являются полностью новыми, и их</p>

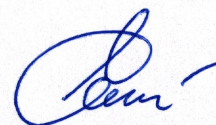
			практическая реализация будет способствовать решению фундаментальных задач физики.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертационная работа Шугаевой Т.Ж. подготовлена в соответствии с предъявленными требованиями к содержанию и оформлению диссертации доктора философии (PhD) по профилю и написана квалифицированно и грамотно языком. Качество академического письма высокое.

Заключение о возможности присуждения степени доктора философии (PhD)

Диссертационная работа Шугаевой Тилектес Жалгасовны на тему «Моделирование динамики пучков заряженных частиц в статических и времяпролетных масс-спектрометрах» полностью соответствует всем требованиям, предъявленным Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования к диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060400 – Физика».

Официальный рецензент:

г. Астана, Казахстанский филиал МГУ
имени М.В. Ломоносова, д.ф.-м.н., профессор
(место работы, научное звание)



(подпись)

Саулебеков Арман Ормашович
(ФИО)

Подпись заверяю ФИО

Подпись Саулебекова А.О. удостоверяю

Специалист
по кадровой политике Морозов Морозов А.А. Отдел кадров

19 мая 2015 г.

