

## ОТЗЫВ

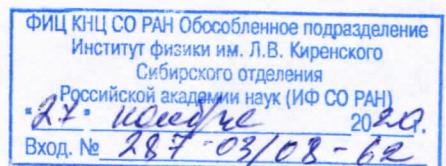
официального оппонента о диссертационной работе Нгуен Тхе Тханг «Новые приборы корпускулярной диагностики многокомпонентной плазмы и экспериментальные результаты исследования разрядов в скрещенных электрическом и магнитном полях», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

В ИРНИТУ (г. Иркутск) разрабатывается масс-сепаратор ПОМС-Е-3, который отличается объединением плазмооптического сепаратора с источником немоноэнергетического потока ионов – плазменным ускорителем с анодным слоем. В диссертации представлены результаты работ Нгуен Тхе Тханга, в которых развивались две, связанные друг с другом, темы исследований. Первая тема – исследование условий формирования интенсивного потока ионов для инжекции в устройство масс-сепарации, и вторая – развитие технологии корпускулярной диагностики многокомпонентных пучков ионов, адаптированной к свойствам этого плазменного ускорителя.

Целью исследований является, в первую очередь, создание эффективной технологии для переработки отходов ядерного топлива, позволяющей отделять относительно легкие и нерадиоактивные химические элементы с массовыми числами около сотни. Эффективные методы отделения легкой фракции плазменными технологиями позволили бы существенно уменьшить объемы захоронения отработавшего ядерного топлива. Важность и перспективность плазмооптической масс-сепарации для атомной энергетики и экологии определяет высокую актуальность настоящей диссертационной работы и ее соответствие перечню приоритетных направлений фундаментальных и прикладных исследований РФ.

Диссертация состоит из Введения, трех глав, заключения и списка использованной литературы (80 наименований). Ее объем составляет 116 страниц, включая список литературы и Приложение, 52 рисунка и 8 таблиц. Во Введении диссертации Нгуен Тхе Тханг обсуждаются достоинства и недостатки существующих методов плазменной сепарации, а также схема и настоящий статус масс-сепаратора ПОМС-Е-3. Высоких интенсивностей сепарируемых потоков предполагается достичь в этой конструкции с помощью плазменного ускорителя с анодным слоем, генерирующего немоноэнергетические пучки ионов с широким разбросом их скоростей по углам. Измерение характеристик таких потоков ионов требует разработки специального диагностического инструментария. Во Введении сформулированы цели диссертационной работы, обсуждены методы их достижения и практическая значимость результатов.

В первых двух главах рассматриваются методы корпускулярной диагностики. Описанию анализатора «ТАНДЕМ», разработанного диссертантом для анализа потоков из плазменного ускорителя, посвящена первая глава. В главе обосновывается схема устройства, состоящего из тандема линейного фильтра Вина с энергоанализатором с задерживающим потенциалом, что позволяет измерять в потоке как массы, так заряды ионов. Замечательной особенностью прибора является возможность диагностики ионных потоков со значительным разбросом скоростей по величине и углам. Для анализа и представления результатов измерений диссертант разработал программное обеспечение в среде LabVIEW. Завершают главу результаты тестовых измерений смеси трех газов, которые демонстрируют высокий диагностический потенциал анализатора, созданного диссертантом.



Другой тип анализатора для измерений на масс-сепараторе ПОМС-Е-3 рассмотрен во второй главе. Численное моделирование позволило Нгуен Тхе Тханг рассчитать оптимальную конструкцию и характеристики магнитного и электрического поля для сочленения секторных анализаторов типа «Вина-Юза-Рожанского» и «Гибридного», в котором добавлен секторный фильтр Вина с целью измерения одновременно спектральных энергетических и массовых характеристик ионного потока.

Описанию лабораторных экспериментов с плазменным ускорителем посвящена третья глава, в которой решается задача определения оптимальных условий для создания интенсивных потоков ионов в системе формирования потока плазменный ускоритель-азимутатор. При исследовании зависимостей интенсивности потока параметров ускорителя и азимутатора диссертантом обнаружены новые эффекты. Обнаружено, что рост потока ионов с увеличением плотности газа в ускорителе не всегда имеет монотонный характер – при некоторых давлениях незначительный прирост плотности приводит к скачку потока на порядок. Важно обнаружение эффекта оптимального радиального распределения магнитного поля азимутатора, при котором потери потока ионов во время прохождения азимутатора минимальны. На стабильность работы плазменного ускорителя, и, следовательно, масс-сепаратора могут влиять обнаруженные особенности функции распределения ионов в узких энергетических диапазонах – так называемая тонкая структура. Интерпретировать некоторые экспериментальные зависимости диссертанту удалось с помощью аналитического и вычислительного моделирования, которое позволило выявить эффекты нарушения квазинейтральности в потоке ионов. В целом, результаты этой главы показывают возможность практической реализации масс-сепаратора по схеме ПОМС-Е-3.

Разработанные диссидентом приборы используются в экспериментах с масс-сепаратором в исследованиях зависимости характеристик ионных потоков от режимов работы, в проверке положений теории и в поиске оптимальных условий, обеспечивающих максимальные плотности ионов плазменного источника. Результаты диссертации неоднократно представлялись на российских и международных конференциях, опубликованы в пяти статьях изданых списка ВАК. Диссидент является соавтором патента и четырех свидетельств о регистрации права на программы для ЭВМ.

При всех достоинствах диссертации считаю необходимым сделать замечание по второй главе. Приведенные на Рис. 32 диссертации результаты тестовых испытаний секторных анализаторов типа «Вина-Юза-Рожанского» и «Гибридного» не обсуждены и не дают представления о достигнутых характеристиках анализаторов и их соответствия расчетам.

В целом, диссертация Нгуен Тхе Тханг производит положительное цельное впечатление, поскольку содержит полный цикл экспериментальной работы: расчет и изготовление диагностического прибора, а затем проведение экспериментов с получением важных результатов. Диссертация написана достаточно хорошо языком для иностранца и аккуратно оформлена. Автореферат правильно отражает ее содержание. Все вынесенные на защиту результаты опубликованы в журналах ВАК, докладывались на конференциях. Результаты диссертационной работы Нгуен Тхе Тханг могут быть использованы в научных учреждениях РНЦ «Курчатовский институт», Объединенный институт высоких температур РАН, МФТИ и других.

В итоге, диссертацию Нгуен Тхе Тханг «Новые приборы корпускулярной диагностики многокомпонентной плазмы и экспериментальные результаты исследования разрядов в скрещенных электрическом и магнитном полях» можно квалифицировать как законченное

научное исследование, в котором получены новые фундаментальные результаты по методам корпускулярной диагностики. Диссертация удовлетворяет требованиям Положения ВАК «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, Нгуен Тхе Тханг, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Научный руководитель  
по направлению радиоастрофизика  
ИСЗФ СО РАН,  
д. ф.-м. н., профессор

Подпись А.Т. Алтынцева  заверяю  
Ученый секретарь ИСЗФ СО РАН

А.Т. Алтынцев

И.И. Салахутдинова



Адрес: 664033, Иркутск, а/я 291, ул. Лермонтова 126а;  
e-mail: [a1tun...@i...t.ru](mailto:a1tun...@i...t.ru)

Специальность 01.04.08 — физика и химия плазмы

О себе сообщаю следующие данные:

Фамилия, имя, отчество	Алтынцев Александр Тимофеевич
Гражданство	Гражданин Российской Федерации
Ученая степень; №, серия диплома	Доктор физико-математических наук; диплом ДТ № 009076
Шифр и название научной специальности, по которой защищена диссертация	01.04.08 – Физика и химия плазмы
Ученое звание (по кафедре или специальности); № аттестата	Профессор по специальности «Физика Солнца», аттестат № 000379; серия АПС
Полное наименование организации, являющееся основным местом работы	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт солнечно-земной физики СО РАН (г. Иркутск)
Занимаемая должность (с указанием структурного подразделения)	Руководитель направления «Радиоастрофизика» Института солнечно- земной физики СО РАН
Адрес (с индексом)	664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 126А
Контактный телефон; e-mail	+7-908-663-06-02; altyntsev@iszf.irk.ru
Список основных публикаций по теме диссертаций в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не менее 5, не более 15)	
1. Altyntsev A.T., Meshalkina N.S., Lysenko A.L., Fleishman G.D. <u>Rapid variability in the SOL2011-08-04 flare: implications for electron acceleration</u> // <u>The Astrophysical Journal</u> . 2019. T. 883. № 1. C. 38.	
2. Fedotova A.Yu., Altyntsev A.T., Kochanov A.A., Lesovoi S.V., Meshalkina N.S. Calibration of siberian radioheliograph images // Solar-Terrestrial Physics. 2019. T. 5. № 4. C. 27-33.	
3. Fedotova A.Yu., Altyntsev A.T., Kochanov A.A., Lesovoi S.V., Meshalkina N.S. <u>Observation of eruptive events with the Siberian Radioheliograph</u> // <u>Solar-Terrestrial Physics</u> . 2018. T. 4. № 3. C. 13-19.	
4. Lysenko A.L., Fleishman G.D., Altyntsev A.T., Meshalkina N.S., Zhdanov D. Statistics of “cold” early impulsive solar flares in X-ray and microwave domains // <u>The Astrophysical Journal</u> . 2018. T. 856. № 2. C. 111.	
5. Altyntsev A., Meshalkina N., Myshyakov I., Pal'shin V., Fleishman G. Flare SOL2012- 07-06: on the origin of the circular polarization reversal between 17 GHz and 34 GHz // <u>Solar Physics</u> . 2017. T. 292. № 9. C. 137.	
6. Altyntsev A., Meshalkina N., Lesovoi S., Mészárosová H., Karlický M., Palshin V. Sources of quasi-periodic pulses in the flare of 18 August 2012 // <u>Solar Physics</u> . 2016. T. 291. № 2. C. 445-463.	
7. Fleishman G.D., Pal'shin V.D., Lysenko A.L., Meshalkina N., Kashapova L.K., Altyntsev A.T. A cold flare with delayed heating // <u>The Astrophysical Journal</u> . 2016. T. 822. № 2. C. 71.	
8. Sych R., Altyntsev A., Kashapova L., Karlický M., Dudík J. Sunspot waves and flare energy release // <u>Astronomy and Astrophysics</u> . 2015. T. 577, id.A43, 8 pp.	
Являетесь совместителем в «Федеральном исследовательском центре «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской	Не являюсь

академии наук»?	
Входите в состав Экспертного совета ВАК?	Нет
Являетесь работником (в том числе, работающим по совместительству) организации, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», где выполнялась диссертация или работает соискатель ученой степени, его научный руководитель или научный консультант?	Не являюсь

Официальный оппонент

Алтынцев А.Т.

Подпись А.Т. Алтынцева заверяю:  
Ученый секретарь ИСЗФ СО РАН  
к.ф.-м.н.

Салахутдинова И.И.

