

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертации Ступина Алексея Николаевича «Формирование потока ионов в плазмооптическом масс-сепараторе», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики

Диссертация Ступина А.Н. посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию процессов в магнито-плазменном масс-сепараторе ионов, работающего на основе стационарного газового разряда низкого давления в скрещенных  $E \times B$  полях.

Основная задача исследования была связана с возможностью перспективной модификации различных конструкций плазмооптической системы магнитного масс-сепаратора ионов. Но в ходе исследования были обнаружены новые эффекты, в частности, наблюдались потоки ионов с энергией, номинально превышающей величину приложенного напряжения. Как и любое неожиданное явление, оно потребовало от исследователя не только тщательного экспериментального доказательства его наличия и выяснения физических условий его реализации, но и адекватного теоретического описания. Упрощенная теоретическая модель позволяет объяснить причину появления «сверхскоростных» ионов и оценить необходимые параметры этого процесса. Хотя для разряда низкого давления величина потенциала плазмы, превышающего анодное напряжение, не является таким уж редким явлением, его теоретическое описание до сих пор требует от исследователя научной смелости и высокой квалификации. Подобный же комплексный (теоретический и экспериментальный) подход успешно реализован соискателем при решении другой задачи – работе магнитного барьера на выходе системы формирования потока масс-сепаратора. Обе эти задачи соискатель, на мой взгляд, успешно решил, о чем свидетельствуют несколько статей в авторитетных профильных научных журналах.

Защищаемые положения и новизна результатов сформулированы грамотно и хорошо отражают суть проделанного исследования. Основные результаты работы достаточно полно представлены в 5 рецензируемых научных публикациях (индексируются в международных базах Web of Science и SCOPUS), новые элементы экспериментальных приборов отражены в заявке на изобретение, имеется свидетельство о регистрации компьютерной программы обработки экспериментальных данных.

Замечаний и вопросов по содержанию и оформлению автореферата нет.

На основании вышеизложенного я полагаю, что данная диссертация Ступина А.Н. соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по искомой специальности.

**Козырев Андрей Владимирович**, заведующий лабораторией теоретической физики ФГБУН Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭ СО РАН), 634055, Томск, пр-т Академический, 2/3  
[kozyrev@to.hcei.tsc.ru](mailto:kozyrev@to.hcei.tsc.ru)

доктор физико-математических наук, профессор

 А.В. Козырев



Подпись Козырева А.В. удостоверяю  
Ученый секретарь ИСЭ СО РАН, д-р физ.-мат. наук



И.В. Пегель