

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Антонова Андрея Сергеевича

«Разработка методов увеличения пропускания и разрешающей способности малогабаритных статических масс-анализаторов»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «01.04.04 – физическая электроника»

Андрей Сергеевич Антонов представил диссертационную работу, посвященную разработке новых вариантов малогабаритных статических масс-анализаторов, которые позволяют довольно существенно увеличить их светосилу и разрешающую способность.

Актуальность этой темы связана с сочетанием нескольких факторов. Статические масс-анализаторы, долгое время являющиеся лидерами в области изотопного анализа, в настоящее время проигрывают динамическим масс-спектрометром в других областях анализа по таким важным параметрам, как чувствительность, разрешение, быстродействие. Статические масс-спектрометры обладают большими размерами и массой, а их эксплуатация и ремонт требуют довольно больших ресурсов. Уменьшение массы и размеров статических масс-спектрометров делает их дешевле и проще, но существенно ухудшает аналитические характеристики масс-спектрометров. В то же время рынок масс-спектрометров требует компактные, но в то же время высокочувствительные системы, имеющие к тому же высокое разрешение. Создание призматических статических масс-спектрометров, в принципе, позволяет существенно уменьшить размеры анализатора, поскольку в этом случае дисперсия не зависит от размеров магнита, но существенные абберации 2-го и более высоких порядков существенно ограничивают разрешение и светосилу подобных приборов. Эти же ограничения характерны для малогабаритных спектрографов. В то же время потенциальные области применения высокочувствительных и прецизионных малогабаритных статических призматических систем, в первую очередь спектрографов, весьма широки. Подобные масс-спектральные системы, кроме изотопного анализа, могут

быть весьма востребованы в различных биомедицинских, геологических и материаловедческих приложениях.

Новизна представленной работы определяется несколькими принципиально важными моментами. Автор сумел сформировать критерии точности расчета абберационных элементов, что позволило создать основу для оценки разных вариантов расчета аббераций малогабаритных магнитных систем. Используя сформированные критерии удалось убрать абберации 2-го порядка в системе с магнитной призмой и цилиндрическим конденсатором. Кроме того, были предложены решения, позволяющие выбором профиля и положения диафрагм существенно, при неизменном разрешении, увеличить светосилу масс-анализатора. Еще одним важным достижением А.С. Антонова является предложенная им схема, позволяющая осуществить спектрографическую фокусировку 2-го порядка по углу и 1-го порядка по энергии. Подобный подход, в принципе, позволяет создать конкурентноспособные масс-спектрометры, позволяющее совместить быстродействие, высокое разрешение и светосилу. Отмечу, что полученные результаты исследования симметричной 3-х каскадной ИОС с двумерной магнитной призмой и двумя цилиндрическими конденсаторами уже используются в качестве основы для разработки в ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН опытного образца компактного изотопного масс-спектрометра, предназначенного для анализа водородно-гелиевых смесей. А разработанные методики корректного расчета аббераций и оптимизации вертикального аксептанса ИОС планируется применить для модернизации медицинского масс-спектрометра, ранее разработанного в ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН.

Следует отметить, что представленная работа написана хорошим русским языком, а материал изложен понятно и логично. Количество грамматических ошибок и опечаток минимально. Кроме того, обращает на себя внимание высокий теоретический уровень представленной работы. Диссертант владеет основным программным обеспечением, используемым в расчетах ионно-оптических схем и, при необходимости, модифицирует ПО для более эффективного решения соответствующих задач.

Как и любая диссертация, работа А.С.Антонова не свободна от недостатков, хотя нужно отметить, что серьезные замечания, которые могут заметно повлиять на оценку работы отсутствуют. Перейдем к замечаниям:

В ряде случаев приведены величины разрешения, полученные автором, без сравнения с обычно применяемыми решениями. Например, на стр. 106 приведено

значение разрешения (400 на уровне 10% от максимума пика) для спектрографа после установки предложенных автором диафрагм и утверждается, что это хорошо. Но без сравнения с другими вариантами это утверждение приходится принимать на веру. На стр. 116 приведена фраза: «Из рисунка видно, что аппроксимация идеального эллипса фазовым четырёхугольником немного меньшей площади не приводит к сильному искажению формы пика. Разрешающая способность на 10% высоты пика составила ~1 500, на 50% высоты пика ~2 000». Отсутствует сравнение и анализа полученного результата. Фраза на стр.114: «Как видно из рисунка применение описанной методики оптимизации вертикального аксептанса позволяет использовать практически всю возможную площадь эмиттанса источника, в результате чего пропускание рассматриваемой системы может быть увеличено более чем на порядок для радиуса оптической оси 90 мм». Более чем на порядок – по сравнению с чем?

Несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа А.С.Антонова **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКАНИЯ И РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МАЛОГАБАРИТНЫХ СТАТИЧЕСКИХ МАСС-АНАЛИЗАТОРОВ**, соответствует требованиям ВАКа, предъявляемым к кандидатским диссертациям, автореферат отражает основное содержание диссертации, а А.С. Антонов заслуживает присуждения степени к.ф-м.н. по специальности 01.04.04 физическая электроника.

Доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий химико-аналитическим отделом
ФГБУ НКТЦ им. С.Н. Голикова ФМБА России

Ганеев Александр Ахатович

Адрес:
ул. Бехтерева, д. 1, Санкт-Петербург, 192019
тел.
e-mail: ganeev@lumex.ru