

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Мартынова Григория Николаевича «Пространственно-спектральные функции пропускания акустооптических фильтров в задачах гиперспектральной съемки», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2 – Приборы и методы экспериментальной физики

Диссертация Г.Н.Мартынова посвящена разработке нового подхода к проектированию акустооптических спектральных устройств, имеющего целью расширение их поля зрения, оставляя при этом неизменной полосу пропускания. Более конкретно, диссертационное исследование Г.Н.Мартынова связано с поиском методов расчета, измерения и коррекции пространственно-спектральной неоднородности акустооптических фильтров и использования всего их поля зрения. Используемые в настоящее время подходы к проектированию и использованию этих устройств базируются на применении монохроматической угловой апертуры фильтров, что обуславливает малое поле зрения акустооптических спектрометров и не позволяет учесть пространственно-спектральные искажения. Таким образом, несомненной можно считать **актуальность** темы диссертационной работы, связанной с формированием модели акустооптической фильтрации для получения неколлимированных пучков широкого спектрального диапазона и разработкой методов устранения влияния пространственно-спектральных искажений.

Диссертационная работа включает в себя введение, четыре главы, заключение и список цитированной литературы из 129 наименований. Материал диссертации изложен на 102 страницах и включает в себя 33 рисунка и 2 таблицы.

Во **введении** обоснована актуальность темы работы, сформулированы ее цель и задачи, научная новизна и практическая значимость. Приведены основные результаты работы и положения, выносимые на защиту.

В **первой** главе дан обстоятельный обзор исследований и разработок в области акустооптики, причем особое внимание уделено важнейшему приложению акустооптики – перестраиваемым фильтрам. Даны основные сведения по природе и особенностям акустооптического взаимодействия, рассматриваемого как дифракция света на бегущей фазовой дифракционной решетке, образуемой акустическим пучком, распространяющимся в ячейке Брэгга. Подробно изложены сведения об основных этапах развития акустооптической техники. Проанализированы основные данные по существующим акустооптическим перестраиваемым фильтрам и их применениям. Сформулированы основные проблемы акустооптической гиперспектрометрии на основе широкоапертурных перестраиваемых фильтров: малое поле зрения и отсутствие учета пространственно-спектральной неоднородности функций пропускания фильтров.

Во **второй** главе рассматриваются функции пропускания фильтра для режима дифракции Брэгга на примере наиболее широко используемых одноосных кристаллов для звукопроводов ячеек Брэгга: молибдат кальция и диоксид теллура, считающийся наиболее эффективным материалом для видимой и ближней ИК областей спектра. Для этого была разработана математическая модель акустооптического взаимодействия, которая применяется для описания процедуры фильтрации неколлимированных пучков света. Отдельный параграф главы посвящен экспериментальным измерениям формы пространственно-спектральных функций пропускания неколлинеарного фильтра на диоксиде теллура (парателлурите).

Третья глава диссертационной работы посвящена анализу взаимосвязи пространственно-спектральной неоднородности функции пропускания акустооптического фильтра и качества спектральных изображений. В главе

рассмотрены результаты исследований работы гиперспектрометров, базирующихся на конфокальной и коллимирующей телецентрической оптической схеме. Показано, что пространственно-спектральную неоднородность для фильтров, построенных по коллимирующей схеме можно измерить, а затем получить монохроматические изображения методом цифровой обработки.

В **четвертой** главе рассматривается проблема применения акустооптических фильтров в гиперспектрометрах с коллимирующей оптической схемой за счет использования программной коррекции спектральных изображений. Предложенный метод может быть полезен в ситуациях, требующих увеличенного поля зрения и высокой точности спектральных измерений.

Заключение содержит краткие выводы и перечисление основных результатов работы.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Выявлен и описан характер влияния специфики фазового синхронизма акустооптического взаимодействия на структуру пространственно-спектральной неоднородности спектральных изображений, получаемых в акустооптических гиперспектрометрах
2. Для гиперспектрометров, построенных по коллимирующей схеме, предложен и реализован метод математической коррекции пространственно-спектральной неоднородности спектральных изображений, что позволяет получать эти изображения в неискаженном виде.
3. Показана возможность и определены условия регистрации акустооптическими фильтрами спектральных изображений в поле зрения, превышающем монохроматическую угловую апертуру.
4. Показано, что пространственно-спектральная калибровка акустооптических фильтров и цифровая обработка полученных наборов

изображений позволяют исправить отклонения центральной длины волны спектрального интервала окна пропускания.

Достоверность полученных автором результатов обусловлена приводимым в диссертации обоснованием применимости разработанных автором подходов и методик, корректным применением основных соотношений, принятых в акустооптике, а также непротиворечивостью высказанных автором теоретических положений и полученных экспериментальных результатов.

Практическая значимость диссертационной работы связана прежде всего с возможностью реализации предложенной автором коррекции пространственно-спектральных неоднородностей в спектральных изображениях, полученных с помощью акустооптических фильтров. Результаты работы могут быть непосредственно использованы при разработке многоспектральных и гиперспектральных систем на базе акустооптических фильтров, в том числе медико-диагностических систем и систем контроля состояния окружающей среды.

При ознакомлении с диссертацией возникли также некоторые вопросы и замечания:

1. Первая глава, носящая обзорный характер, занимает непропорционально большой объем работы – почти половину всей диссертации. В рамках первой главы излишне подробно изложена история акустооптики (разделы 1.2 и 1.3).
2. При этом в рамках исторических разделов перечисляется множество различных применений акустооптики, но не упоминаются такое важное и широко используемое применение, как акустооптические процессоры.
3. Раздел 3.2. посвящен влиянию типа оптической системы устройства на качество передаваемого изображения. В разделе 1.6.5 приводятся результаты экспериментальных измерений качества. Измеряются пространственное разрешение по стандартным штриховым мирам, а

также спектральное разрешение с помощью дифракционного спектрометра. Хотелось бы уточнить критерий, в соответствии с которым качество можно считать приемлемым.

4. Остался за пределами рассмотрения вопрос о регистрации изображений, сопровождаемых шумами, и оценки их качества. Проводилась ли оценка приемлемости качества изображений различной степени зашумленности?
5. В оформлении списка литературы допущены отступления от ГОСТа.

Приведенные выше замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы соискателя. Диссертация, представленная Мартыновым Г.Н., является научно-исследовательской работой, содержащей большой объем новых научных результатов, которые в совокупности представляют собой весомое научное достижение в области акустооптических спектральных устройств.

Тема диссертации и характер выполненных исследований соответствуют специальности 1.3.2 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Результаты, полученные автором по теме диссертации, с достаточной полнотой отражены в опубликованных реферируемых научных журналах и трудах конференций. Содержание автореферата соответствует основным положениям и выводам из представленной диссертационной работы.

Диссертационная работа Мартынова Г.Н. выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН. Личный вклад автора достаточно полно изложен во введении диссертации и на страницах автореферата.

Считаю, что диссертационная работа Мартынова Григория Николаевича является завершенной научно-квалификационной работой, соответствующей критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени

кандидата наук согласно пунктам 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013, ред. 11.09.2021 г. Автор диссертации Мартынов Григорий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Официальный оппонент,
Доктор технических наук,
(01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики),
Главный научный сотрудник Института аналитического приборостроения РАН,

Гуревич Борис Симхович

ИАП РАН, 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных д. 31-33, лит.А.
Тел.: (812) 363-0719, Email: iap@ianin.spb.su.

Согласен с научн. соотр. Гуревича Б.С.
Удостоверено
Гар-к



Иванов