

## ОТЗЫВ

официального оппонента

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

Диссертационная работа Мартынова Г.Н. посвящена развитию методов акустооптической (АО) гиперспектрометрии, а именно разработке нового подхода к проектированию спектральных АО-устройств, позволяющего расширить их поле зрения без уширения полосы пропускания. Методы АО-гиперспектрометрии позволяют получать узкополосные изображения объектов и имеют большое прикладное значение в различных областях науки, в частности в биомедицине, сельском хозяйстве и экологическом мониторинге, астрономии и космических исследованиях. Представленные в диссертационной работе результаты могут использоваться для улучшения характеристик АО-гиперспектрометров и повышения точности спектральных измерений с их помощью. Таким образом, актуальность, научная новизна и практическая значимость диссертации не вызывает сомнений.

Представленные результаты являются оригинальными. По материалам диссертации опубликовано 8 печатных работ, в том числе 4 статьи в изданиях, включенных в международные базы цитирования Web of Science и Scopus, и 4 тезиса докладов на конференциях.

Работа оформлена согласно рекомендациям ВАК. Работа представлена на 102 страницах, содержит 33 рисунка и 2 таблицы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и списка литературы, содержащего 129 цитируемых источников.

Во введении раскрыта актуальность работы, сформулированы цель и задачи работы, изложены научная новизна, практическая ценность работы, а также основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации приведен исторический обзор развития акустооптики, а также изложены основные сведения о принципах работы АО-фильтров и АО-гиперспектрометров. В главе также рассматривается вопрос о пространственно-спектральной неоднородности функции пропускания и причинах ограничения поля зрения АО-фильтров в гиперспектральных системах и приводятся результаты экспериментальных исследований качества изображений в гиперспектрометрах, построенных по типовым схемам.

Во второй главе диссертации подробно изложены результаты исследования пространственно-спектральных преобразований световых пучков при АО-фильтрации. Показано, что фильтрация неколлимированных пучков света широкого спектрального диапазона приводит к выделению разных спектральных компонент в разных направлениях. Предложены экспериментальная методика и стенд для измерения двумерных пространственных функций пропускания на разных длинах волн, позволяющие оценить пространственно-спектральную неоднородность дифрагированных пучков света.

Третья глава диссертации посвящена исследованию влияния пространственно-спектральной неоднородности функции передачи АО-фильтров на искажения изображений в АО-гиперспектрометрах. Рассмотрены две принципиально разные оптические схемы АО-гиперспектрометров с использованием широкоапертурного неколлинеарного АО-фильтра: коллимирующая и конфокальная телецентрическая. Продемонстрированные результаты экспериментальных исследований показывают, что в коллимирующей схеме пространственно-спектральная неоднородность в изображениях повторяет угловую зависимость неоднородности функции пропускания АО-фильтров, а для конфокальной схемы характерны отсутствие пространственно-спектральной неоднородности за счет интегрирования по углу и модуляция яркости изображений из-за неоднородности интенсивности акустического поля внутри ячейки. В главе описан и реализован метод устранения пространственно-спектральной неоднородности в изображениях.

Четвертая глава диссертации развивает предложенный метод устранения пространственно-спектральной неоднородности и рассматривает построение спектральных АО-систем без ограничения поля зрения. Автором продемонстрирована возможность получения монохроматических изображений в поле зрения, превышающем монохроматическую угловую апертуру в три раза. Помимо этого, показана принципиальная возможность получения спектральных изображений с помощью АО-фильтров, не использующих широкоапертурную геометрию взаимодействия.

В заключении сформулированы основные научные и практические результаты диссертации.

Среди наиболее важных результатов работы следует выделить следующие:

Во-первых, в диссертации представлена модель пространственно-спектральных преобразований неколлимированных световых пучков при АО-фильтрации. Расчеты и эксперименты проведены для случая фильтрации широкополосных неколлимированных пучков света, что важно для спектроскопии и гиперспектрометрии. Полученные результаты наглядно демонстрируют спектральную неоднородность пучков по пространству после фильтрации.

Во-вторых, в работе показано влияние пространственно-спектральной неоднородности функции пропускания на качество спектральных изображений в разных схемах. Разработана и реализована методика пространственно-спектральной калибровки АО-гиперспектрометров и коррекции регистрируемых спектральных данных для получения монохроматических неискаженных изображений.

В-третьих, разработанная методика коррекции пространственно-спектральных искажений позволяет использовать поле зрения АО-фильтра, превышающего монохроматическую угловую апертуру. Продemonстрировано получение спектральных изображений в поле зрения 12 градусов, превышающем монохроматическую угловую апертуру неколлинеарного АО-фильтра на парателлурите в три раза.

Вместе с тем, в диссертации можно выделить некоторые недостатки.

Так, исторический обзор развития акустооптики является излишне подробным. Сам по себе текст обзора хорошо написан и несомненно представляет интерес, однако в условиях ограниченного объёма диссертации такая подробность в изложении вопросов, не относящихся непосредственно к теме диссертации, представляется чрезмерной. К тому же, несмотря на столь детальное изложение, обзор всё равно остаётся незавершённым: за исключением гиперспектрометров, в нём совершенно не затрагиваются достижения акустооптики за последние 30 лет. В частности, отсутствуют упоминания квазиколлинеарных фильтров, появившихся в начале 1990-х годов и получивших широкое распространение, а также новые области применения АО-устройств, например в космических исследованиях. При этом оригинальные результаты и выводы, полученные автором, зачастую освещены в тексте недостаточно подробно и формулируются в явном виде лишь в выводах к соответствующим главам.

Также обращает на себя внимание некоторая терминологическая небрежность. Так, например, один и тот же тип приборов в разных местах диссертации называется «гиперспектрометром», «видеоспектрометром» и «изображающим спектрометром». Последний термин, на мой взгляд, вообще является жаргонным, и я не рекомендую его употребление в научных текстах. Другой пример: нулевой порядок дифракции в разных местах именуется «недифрагированным светом», «прошедшим светом» и даже «нефильтрованным». Желательно придерживаться единообразия в описании одного и того же понятия.

Наконец, несмотря на то, что диссертация написана хорошим и понятным языком, текст изобилует опечатками и описками (повторяющиеся или, наоборот, пропущенные слова, перепутанные номера рисунков и т.п.)

Указанные недостатки не снижают ценности представленной научной работы. Считаю, что диссертационная работа Мартынова Григория Николаевича «Пространственно-спектральные функции пропускания акустооптических фильтров в задачах гиперспектральной съёмки» посвящена актуальной научно-технической проблеме и содержит оригинальные решения. Практическая значимость и достоверность результатов не вызывает сомнений. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертация удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует профилю специальности 1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики», а ее автор – Мартынов Григорий Николаевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности 1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Официальный оппонент,

кандидат физико-математических наук  
зав. лабораторией планетной спектроскопии и метеорологии Института космических исследований Российской академии наук

 Доброленский Юрий Сергеевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН)  
Адрес: г. Москва, 117997, Профсоюзная ул., дом 84/32,  
тел. +7-495-333-64-33, [dobrolenskiy@iki.rssi.ru](mailto:dobrolenskiy@iki.rssi.ru)

Кандидатская диссертация защищена по специальности:  
01.04.03 «Радиофизика»

Подпись официального оппонента заверяю:

Учёный секретарь ИКИ РАН  
кандидат физико-математических наук



А.М. Садовский