

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Расторгуева Андрея Алексеевича, выполненной по теме «Расчёт характеристик бортового оптического гиперспектрометра на основе схемы Оффнера», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика

Актуальность темы диссертационной работы Расторгуева А.А. не вызывает сомнений и обусловлена тем, что гиперспектральное дистанционное зондирование Земли из космоса является одним из ключевых и быстрорастущих направлений рынков информации с космических аппаратов.

Диссертация Расторгуева А.А. посвящена разработке математической модели бортового гиперспектрометра, основанного на схеме Оффнера и применению её для углублённого исследования влияния группы факторов (движение по орбите, освещённость предметной плоскости, влияние атмосферы, характеристики оптической системы, дифракционные эффекты, погрешности позиционирования оптических элементов, свойства светочувствительной матрицы) на изображение и его качество.

К научной новизне диссертационной работы, в первую очередь, следует отнести математическую модель процесса формирования изображения космическим гиперспектрометром, основанным на схеме Оффнера. Впервые при формировании изображения было учтено совокупное влияние факторов: скорость поступательного и углового движения по орбите; параметры орбиты; вращение Земли; оптические характеристики атмосферы Земли; освещённость поверхности Земли; погрешности юстировки оптической схемы гиперспектрометра; оптические параметры объектива; ширину щелевой диафрагмы; период и форму поверхности отражающей дифракционной решётки спектрометра. Предложенная математическая модель позволила учесть при формировании изображения: возможные изменения пространственного и спектрального разрешения при работе на борту КА; изменение уровня освещённости на краях оптического спектра (в центре поля зрения) и в центральной области спектра (для края поля зрения) по сравнению с известным аналитическим подходом к расчёту освещённости; возможные ошибки идентификации и искажения в спектрах объектов при работе на борту КА. Соискателем предложен оригинальный метод расчёта передаточных характеристик оптической гиперспектрометра по схеме Оффнера, заключающийся в замене последовательного вычисления дифракционного интеграла по входным апертурам всех оптических элементов одним интегрированием по поверхности первого зеркала спектрометра. Использование метода для расчёта передаточных характеристик рассматриваемой в автореферате оптической схемы гиперспектрометра позволило установить локальные увеличения контраста в сагиттальном направлении плоскости изображения. Увеличение значений контраста на длинах волн 500 нм, 700 нм, 900 нм по отношению к значениям контраста на ЧКХ идеальной оптической системы с кольцевой апертурой составили 102,4%, 146,6%, 176,3% соответственно. Особо стоит отметить результаты, представленные в третьей главе диссертации, в которой автором, с использованием модели гиперспектрометра, проведён численный анализ влияния погрешностей юстировки оптической схемы спектрометра на параметры формируемого изображения и определены условные допуски на смещения и наклоны зеркал спектрометра при которых ширина ФРТ по полувысоте не превышает размер светочувствительного элемента в 11–12 мкм характерный для современных светочувствительных матриц.

Входящий № 217-208
Дата 20 ЯНВ 2023
Самарский университет

Достоверность результатов подтверждается корректностью математических операций, соблюдением логической последовательности протекания процессов функционирования гиперспектрометра в условиях орбитального полёта; совпадением и сходимостью с результатами решения тестовых задач при помощи аналитических моделей, апробированных методов и аналитических соотношений; проверками на изображениях уровней яркостей и форм спектральных характеристик (с учётом искажающих факторов); проверками адекватности моделей и результатов расчётов.

Теоретическая значимость заключается в разработке новой математической модели космического гиперспектрометра по схеме Оффнера, позволяющей проводить углублённые исследования влияния различных факторов на гиперспектральное изображение.

Практическая значимость заключается в возможности использования разработанной модели, реализованной в программно-математическом обеспечении, а также полученных предельных структурных передаточных характеристик и ограничений на позиционирование оптических элементов при разработке космической гиперспектральной аппаратуры Оффнеровского типа.

По автореферату следует сделать следующее замечание:

На мой взгляд, представленные в четвёртой главе результаты моделирования было бы интересно дополнить сравнением с реальным гиперспектральным изображением, полученным из космоса.

Указанный недостаток носит рекомендательный характер и не снижает ценности диссертационной работы, которая выполнена на высоком научном уровне и соответствует специальности 1.3.6. Оптика. Как следует из автореферата, диссертация Расторгуева А.А. удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям. Считаю, что Расторгуев А.А. заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика.

Даю согласие на включение персональных данных в аттестационные документы соискателя Расторгуева А.А. и их дальнейшую обработку.

Главный научный сотрудник
Научно-технологического центра
уникального приборостроения РАН,
д.ф.-м.н.

Н.И. Петров

Адрес: 117342, г. Москва, ул. Бутлерова, 15
Тел.: +7 (495) 333-61-02
E-mail: petrovni@mail.ru

Подпись Николая Ивановича Петрова заверяю
Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Научно-технологического центра уникального приборостроения
Российской академии наук,
д.ф.-м.н., профессор



М.Ф. Булатов