

Экспериментальное исследование и калибровка изображающего гиперспектрометра основанного на схеме Оффнера

В.В. Подлипов^{1,2}, В.А. Бланк^{1,2}, Р.В. Скиданов^{1,2}

¹Институт систем обработки изображений - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

²Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34А, Самара, Россия, 443086

Аннотация. В этой работе описывается гиперспектрометр, основанный на схеме Оффнера. Проведено экспериментальное тестирование макетного образца гиперспектрометра. Исследованы спектральные характеристики гиперспектрометрии изображений. С помощью перестраиваемого лазера были получены калибровочные данные экспериментальной конструкции гиперспектрометра, которые позволили каждому каналу гиперспектрального изображения поставить в соответствие определенную длину волны. Экспериментально получена спектральная чувствительность гиперспектрометра.

1. Введение

Описываемые в данной работе гиперспектрометр построен на основе схемы Оффнера. Данная схема подробно представлена в работах [1-3]. В работе [4] были проведены первичные исследования макетного образца гиперспектрометра на основе схемы Оффнера. Описываемый в указанной работе гиперспектрометр был построен на общем дюралюминиевом основании, на которое с помощью оптомеханики размещались элементы оптической схемы. Оптомеханические крепежные детали обеспечивали необходимые для юстировки схемы перемещения, что в свою очередь значительно увеличивало массо-габаритные характеристики изображающего гиперспектрометра. В связи с этим в данной работе предложена конструкция, которая позволила значительно снизить массо-габаритные характеристики макета и проведена его калибровка.

2. Экспериментальное исследование макетного образца гиперспектрометра

Внешний вид гиперспектрометра представлен на рисунке 1а. В данном гиперспектрометре используются легкие крепежные элементы из алюминиевых сплавов, а кожух выполнен из пластика, что позволила добиться снижения веса до 2,64 кг. Габаритные размеры составили 370×130×136 мм.

В ходе экспериментального исследования макетным образцом велась съемка с максимальным разрешением для используемой матрицы 2044×2040 пикс. Гиперспектрометр во время съемки закреплялся на вращающуюся платформу, которая позволяла осуществлять круговое сканирование пространства с постоянной скоростью. Внешний вид вращающейся

платформы представлен на рисунке 1б. Полученные кадры с помощью программного обеспечения испытывали пространственную корректировку и склеивались в гиперспектральное изображение. Для установления соответствия каналов гиперспектрального изображения длинам волн проводилась калибровка программного обеспечения. Съемка изображения осуществлялась с экрана на который направлялся пучок перестраиваемого лазера EKSPLA NT242 с известной длиной волны. По итогам калибровки была получена калибровочная таблица, устанавливающая соответствие каналов длинам волн (Таблица 1).



Рисунок 1. Внешний вид макетного образца изображающего гиперспектрометра на основе схемы Оффнера - (а) и вид вращающейся платформы (б).

Таблица 1. Таблица калибровки.

Длина волны лазера	Номер канала	Ширина канала, нм
420	7	-
440	25	1,11
460	43	1,11
480	61	1,11
500	79	1,11
520	96	1,18
532	110	1,17
543	118	1,38
550	124	1,17
560	132	1,25
580	150	1,11
600	168	1,11
650	213	1,11
750	304	1,1
800	352	1,04
843 (II порядок 420)	383	1,04

При этом, по результатам съемки получено, что спектральное разрешение, при ширине канала 1,11 нм, не хуже 4,44 нм. Также получено хорошее согласование экспериментальных результатов с результатами моделирования в работе [3], где было предсказано возникновение перекрытия спектров второго порядка коротких длин волн со спектрами первого порядка длинноволновой части видимого диапазона света. В ходе экспериментального исследования также были получены характеристики спектральной чувствительности матрицы к различным длинам волн.

3. Благодарности

Работа выполнена при поддержке Федерального агентства научных организаций (соглашение № 007-ГЗ/Ч3363/26) и гранта Президента НШ-6307.2018.8.

4. Литература

- [1] Карпеев, С.В. Исследование дифракционной решётки на выпуклой поверхности как диспергирующего элемента / С.В. Карпеев, С.Н. Хонина, С.И. Харитонов // Компьютерная оптика. – 2015. – Т. 39, № 2. – С. 211-217.
- [2] Расторгуев, А.А Моделирование распределения освещённости в плоскости регистратора космического гиперспектрометра, основанного на схеме Оффнера / А.А. Расторгуев, С.И. Харитонов, Н.Л. Казанский // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, № 3. – С. 399-405.
- [3] Досколович, Л.Л. О коррекции эффекта перекрытия дифракционных порядков в спектрометре на основе схемы оффнера / Л.Л. Досколович, Е.А. Безус, Д.А. Быков // Компьютерная оптика. – 2014. – Т. 38, № 4. – С. 777-781.
- [4] Карпеев, С.В. Юстировка и исследование макетного образца гиперспектрометра по схеме Оффнера / С.В. Карпеев, С.Н. Хонина, А.Р. Мурдагулов, М.В. Петров // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). – 2016. – Т. 15, № 1. – С. 197-206.

Experimental study and calibration of the imaging hyperspectrometer based on the Offner scheme

V.V. Podlipnov^{1,2}, V.A. Blank^{1,2}, R.V. Skidanov^{1,2}

¹Image Processing Systems Institute of RAS - Branch of the FSRC "Crystallography and Photonics" RAS, Molodogvardejskaya street 151, Samara, Russia, 443001

²Samara National Research University, Moskovskoe Shosse 34A, Samara, Russia, 443086

Abstract. In this paper we described, a hyperspectrometer based on the Offner scheme. We spent an experimental testing of the hyperspectrometer model. The spectral characteristics of the imaging hyperspectrometr are investigated. With the help of a tunable laser, we obtained calibration data of the experimental design of the hyperspectrometer, which allowed each channel of the hyperspectral image to correspond to a specific wavelength. We experimentally obtained the spectral sensitivity of the imaging hyperspectrometer.

Keywords: spectral image, hyperspectrometr, Offner scheme, calibration.