

СОЛНЕЧНЫЙ СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТР ССП-600

Катковский Л.В., Мартинов А.О., Крот Ю.А., Бручковская С.И., Ломако А.А., Силюк О.О.,
Станчик В.В., Хомищев А.Д.

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем
имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета
Минск, Республика Беларусь

В ходе работы по проекту «Мониторинг-СГ» союзного государства «Россия-Беларусь» отделом аэрокосмических исследований НИИПФП им. А. Н. Севченко БГУ был изготовлен экспериментальный образец Аппаратно-программного комплекса (АПК) «Калибровка» [1], предназначенного для наземных и авиационных измерений.

Задача АПК «Калибровка» состоит в одновременном использовании различных способов спектрометрии: комплексирование спектрометров различных спектральных диапазонов; регистрация изображений спектрометрируемого объекта с пространственной привязкой поля зрения спектрометра к изображению; географическая привязка снимаемых объектов; одновременная съемка спектров отражения подстилающей поверхности и освещающего излучения с высоким спектральным разрешением; возможность измерения коэффициентов спектральной яркости (КСЯ) и спектрального альбедо; регистрация спектрально-угловых зависимостей рассеянного в атмосфере излучения Солнца в большом числе спектральных каналов [2]. АПК «Калибровка» объединяет в своем составе пять спектральных приборов, покрывающих в совокупности спектральный диапазон 0,4 – 2,5 мкм и позволяющих измерять угловые зависимости спектров отражения подстилающих поверхностей, прямого и рассеянного атмосферой солнечного излучения. В докладе представлен входящий в АПК солнечный спектрополяриметр ССП-600.



Рисунок 1 – ССП-600

ССП-600 предназначен для измерения прямого солнечного и рассеянного атмосферой под различными углами излучения в диапазоне 350-650 нм. Изготовленный макет ССП-600 (рисунки 1-2) включает в себя полихроматор с приемником излучения на ПЗС линейке с 3648 элементами. Перед проекционным объективом разме-

щена бленда, уменьшающая в 1000 раз уровень паразитной засветки. ССП-600 снабжен визиром для наведения поля зрения на соответствующие участки неба с помощью поворотного кронштейна треноги.

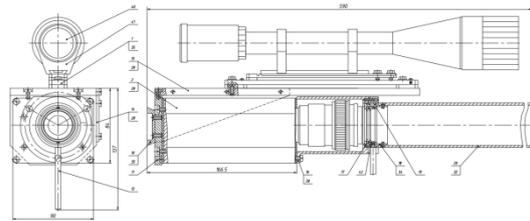


Рисунок 2 – Сборный чертеж ССП-600

Технические характеристики ССП-600:

Проекционный объектив	«МС Гелиос 44–3М»
Фокусное расстояние, мм	58,0
Угол поля зрения, °	40
Диспергирующий элемент	вогнутая голографическая дифракционная решетка
Число штрихов, штр/мм	315
Рабочий спектральный диапазон, нм	330 – 1050
Спектральное разрешение, нм	1,2 – 2,0
Приемник излучения	ПЗС линейка фирмы Toshiba TCD 1304DG
Число рабочих элементов приемника	3648

Была проведена калибровка ССП-600 по спектральной плотности энергетической яркости и калибровка по длинам волн на метрологическом комплексе «Камея-М» (рисунки 3-4). В целях верификации проведенных калибровок, апробации аппаратуры, а также получения атмосферных данных проводились измерения спектров атмосферы по следующей схеме (рисунок 5). В безоблачный день установленный на крыше здания на высоте 30 м над уровнем земли ССП регистрировал спектры (рисунок 6) с определенным шагом по углу в альмукантарате Солнца и в плоскости солнечного вертикала.

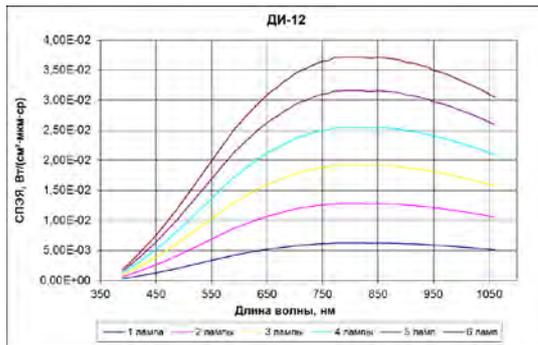


Рисунок 3 – Градации яркости фотометрической сферы

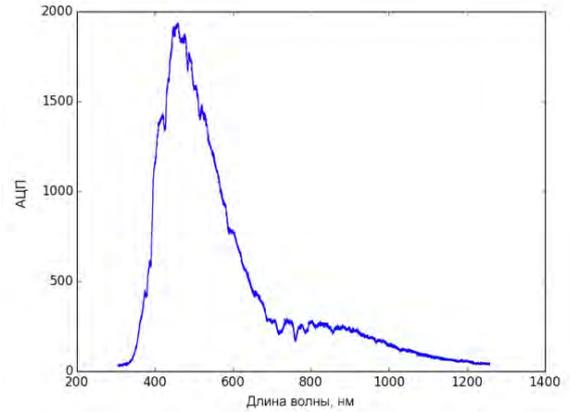


Рисунок 6 – Спектр АЦП неба

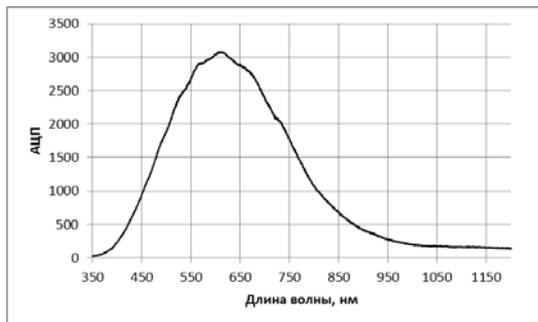


Рисунок 4 – Отклик ССП-600 в отчетах АЦП для одной из градаций яркости фотометрической сферы

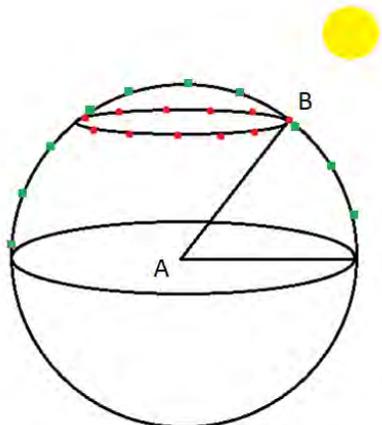


Рисунок 5 – Методика проведенного эксперимента

АВ – направление на Солнце; круглые маркеры – точки регистрации спектров в плоскости альмукуантарата; квадратные маркеры – точки регистрации спектров в плоскости солнечного вертикала.

Проведены сравнения измеренных спектров и рассчитанных для условий измерений по известным программам расчета переноса излучения. Измеренные спектры будут использованы для решения обратной задачи для определения параметров аэрозольной атмосферы над г. Минском.

Наряду с измерениями отраженного подстилающей поверхностью излучения другими спектрорадиометрами АПК «Калибровка» эти данные обеспечивают наземную информацию для полетных калибровок спутниковых сенсоров.

1. Разработка комплекса наземной спектральной аппаратуры для обеспечения полетных калибровок спутниковых съемочных систем / Б.И. Беляев [и др.] // Шестой Белорусский космический конгресс: Материалы конгресса. В 2 т. (28-30 октября 2014 года, Минск). – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2014. – Т.1. – С. 234-237.
2. Беляев, Б.И. Анализ спектральных данных дистанционного зондирования водных поверхностей / Б.И. Беляев [и др.] // Тринадцатая Всероссийская открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса", Сборник тезисов докладов конференции. Москва, ИКИ РАН, 16-20 ноября 2015.