УДК 681.785.554

Бручковская С. И.[1], Литвинович Г.С.[1], Малышев В.Б.[2]

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРОРАДИОМЕТРОВ ФСР И ДМС КОМПЛЕКСА АПК «КАЛИБРОВКА»

[1]Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А. Н. Севченко» Белорусского государственного университета.
Минск, Республика Беларусь. remsens@mail.ru
[2]Институт географии РАН. Москва, Российская Федерация.

Представлено описание и результаты измерений спектрорадиометров ФСР и ДМС, входящих в состав АПК «Калибровка», выполненные на Курском аэрокосмическом полигоне и на п-ове Камчатка.

Для наземного обеспечения авиакосмических съемок развивается концепция сети подспутниковых полигонов как важнейшего сегмента наземной инфраструктуры космических исследований, которые удовлетворяют условиям различия климатических зон, разнообразия растительных покровов, имеют отличающиеся тематические направленности и несут функциональные нагрузки, соответствующие задачам полигонного обслуживания. Подспутниковые полигоны должны быть оснащены специальной аппаратурой, работающей в различных диапазонах электромагнитных длин волн, соответствующих, в частности, аппаратуре Белорусских и Российских космических аппаратов.

В ходе работ по теме «Калибровка» (программа СГ «Мониторинг-СГ») был изготовлен экспериментальный образец Аппаратно-программного комплекса (АПК) «Калибровка», предназначенного для наземных и авиационных измерений во время проведения полетных калибровок спутниковых съемочных систем, и наземного обеспечения решения задач мониторинга состояний природно-антропогенных и техногенных систем, повышения надежности обнаружения и прогноза развития динамических процессов и катастрофических явлений методами дистанционного зондирования [1].

АПК «Калибровка» включает пять спектрорадиометров, 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. На рисунке 1 представлен внешний вид приборов ФСР и ДМС, входящих в состав АПК «Калибровка».

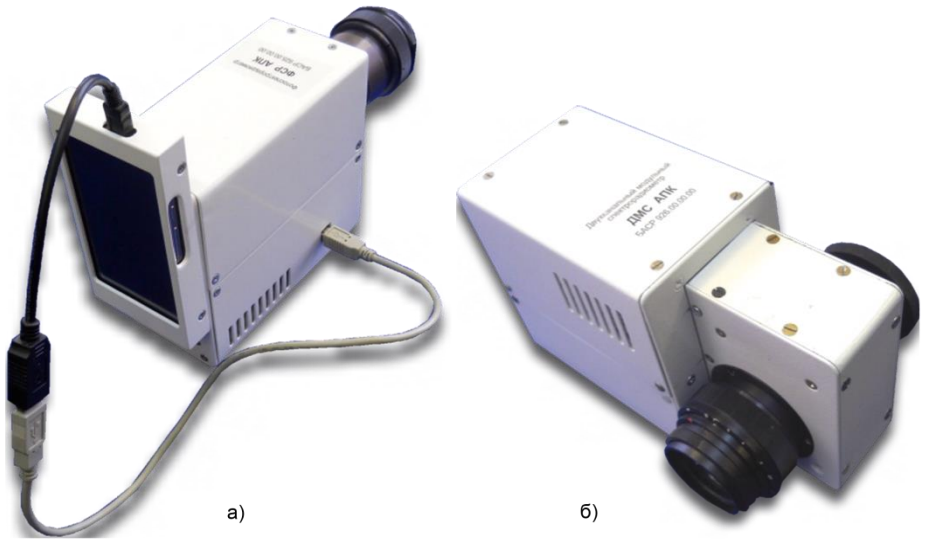

Рисунок 1. *а*) - Фотоспектрорадиометр ФСР; *б*) - Двухканальный модульный спектрорадиометр ДМС.

Фотоспектрорадиометр ФСР высокого разрешения работает в диапазоне 400 - 900 нм, снабжен цифровой покадровой видеосистемой и синтезом изображений и спектров и предназначен для измерения спектральных отражательных характеристик всех типов природных поверхностей полигонов (тестовых площадок) в наземных условиях и с борта авиационных носителей. Двухканальный модульный спектрорадиометр ДМС работает в диапазоне 400-900 нм и предназначен для одновременного измерения яркости отраженного излучения от подстилающей поверхности и освещенности (потока) падающего излучения с верхней полусферы.

Разработанная и созданная спектральная аппаратура предназначена для использования на подспутниковых полигонах для проведения полетных калибровок спутниковых съемочных систем, а также для испытаний и поверки новой техники ДЗЗ, математического планирования экспериментов ДЗЗ, для верификации и повышения надежности дешифрирования данных ДЗЗ путём интеграции данных космического, авиационного и наземного сегментов. Кроме проведения измерений в стационарных наземных условиях (с рук и специальной треноги) созданные приборы могут также использоваться для проведения многоуровневых измерений при условии оснащения полигонов вышками либо с привлечением авиационных средств.

Для получения результатов натурных испытаний АПК и БД проведены измерения спектральных характеристик и предметно-специфических признаков объектов земной поверхности с помощью приборов ФСР и ДМС. Работы выполнялись на тестовом участке Курского контрольно-калибровочного полигона в 2015 г. и в сейсмически и вулканически активных зонах Камчатки (район вулкана Ходутка, в кальдере вулкана Ксудач, в районе вулкана Ильинская сопка и Желтовская сопка) в 2016 г. Результаты измерений представлены на рисунках 2 – 4.

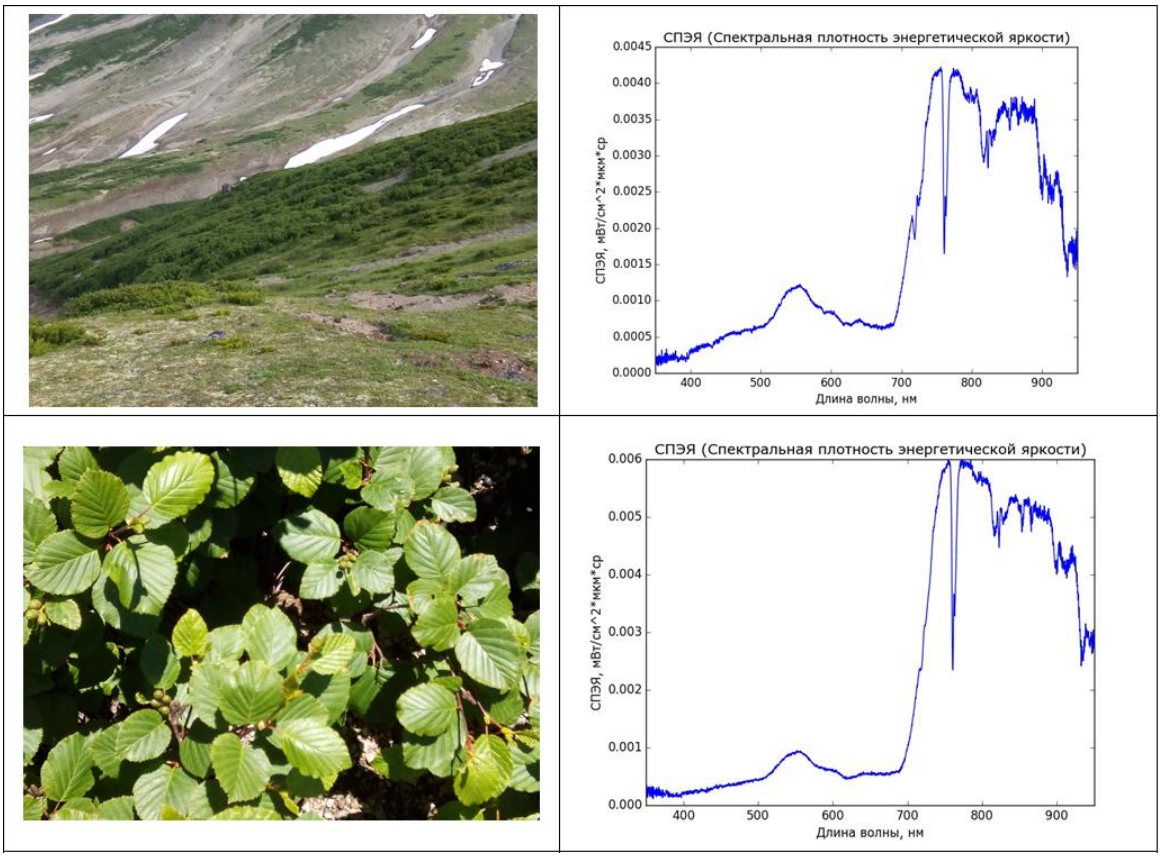

Рисунок 2 – Результаты измерений ФСР объектов растительности, п-ов Камчатка.

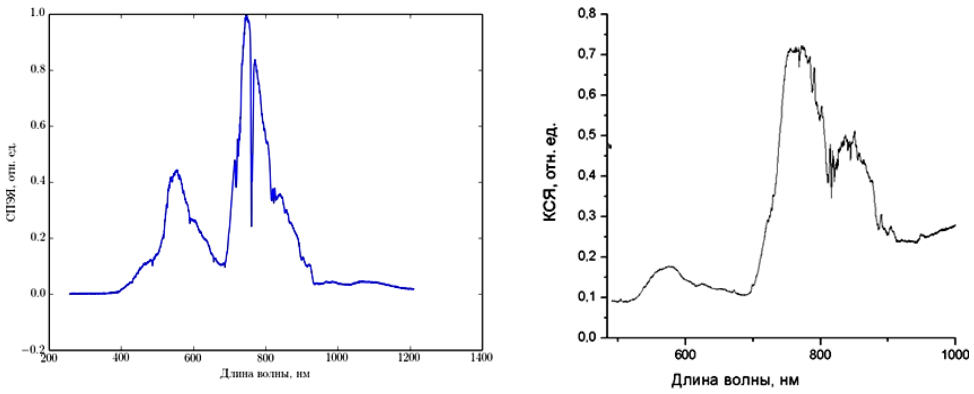

Рисунок 3 – Результаты измерений ФСР степи косимой (спектр тестовой площадки и рассчитанный коэффициент спектральной яркости), Курский полигон.

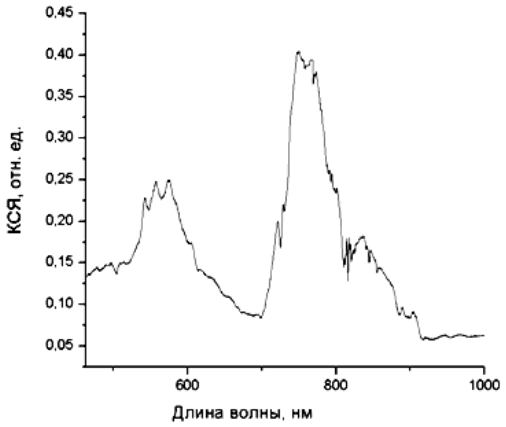

Рисунок 4 – Коэффициент спектральной яркости степи косимой по результатам измерений ДМС, Курский полигон.

Таким образом, получены спектральные характеристики почвенно-растительных покровов на тестовых участках естественной лесостепной растительности на территории Курского контрольно-калибровочного полигона и п-ова Камчатки с учетом условий измерения (характер и количество облачности, время измерений, влажности почвенного покрова и ряда других). Проведена координатная привязка тестовых площадок по GPS приемникам.

На основе измеренных спектров отражения формируются специализированные базы данных, включающие калибровочные значения спектральной яркости (либо коэффициентов спектральной яркости – КСЯ) с точным описанием характеристик объектов в их различном динамическом состоянии и условий измерения спектров. Эти базы можно создать при целенаправленных исследованиях на подспутниковых полигонах.

Список литературы:

1. Беляев Б.И., Станчик В.В., Крот Ю.А., Веллер В.В., Доморацкий А.В., Казак А.А., Попков А.П. Мобильный фотоспектрорадиометр и двухканальный модульный спектрорадиометр для полевых измерений спектров отражения объектов // Четырнадцатая Всероссийская открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса", Сборник тезисов докладов конференции. Москва, ИКИ РАН, 14-18 ноября 2016. Доступ: http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=0&thesis=5686