

УДК 681.785.554

Малышев В. Б.¹, Фомин Б. Н.¹, Беляев Ю. В.², Гуляева С. И.²

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ ВУЛКАНА КСУДАЧ, ЮЖНАЯ КАМЧАТКА

¹ Институт географии РАН, Москва, Россия

² НИУ «Институт прикладных физических проблем им. А. Н. Севченко» БГУ,
Минск, Беларусь

В работе представлены результаты экспериментальных комплексных исследований элементов ландшафтов их спектральных характеристик с комплексным описанием объектов подстилающей поверхности вулкана Ксудач, южная Камчатка, для целей создания обучающей выборки спектральных характеристик поверхностей природных ландшафтов для объектно-ландшафтного дешифрирования космических гиперспектральных данных вулканически активных зон. Исследования проводились комплексной экспедицией ИГ РАН, ИМГиГ ДВО РАН и НИИПФП им. А.Н. Севченко, БГУ по программе Союзного государства «Мониторинг- СГ» в рамках проекта ИГ РАН СЧ НИР «Мониторинг- СГ 1.3.1.2». Спектральные измерения проводились фотоспектрорадиометром (ФСР), разработанным в отделе аэрокосмических исследований НИИ прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко БГУ (г. Минск, Республика Беларусь). Исходные полевые данные загружены в Базу Спектральных Эталонов по адресу: <http://spectral.igras.ru>.

Первые спектральные измерения проводились фотоспектрорадиометром (ФСР) [1] на эрозионной площадке (водораздел рек Западная Ходутка – Теплая, высота 196 м). Порода площадок: уплотненная тефра вулкана Ксудач, представленная грубым пеплом и лапилли. Растительность: мохово-лишайниковое сообщество с доминирующим участием накипных и кустистых лишайников (виды родов *Cladonia*, *Cladina*, *Stereocaulon* и др) при различном процентном покрытии от 65% до 25% и различном сочетании видов и родов. На рисунке 1 приведены фотоизображения 10 тестовых, площадок на которых проводились спектральные измерения.

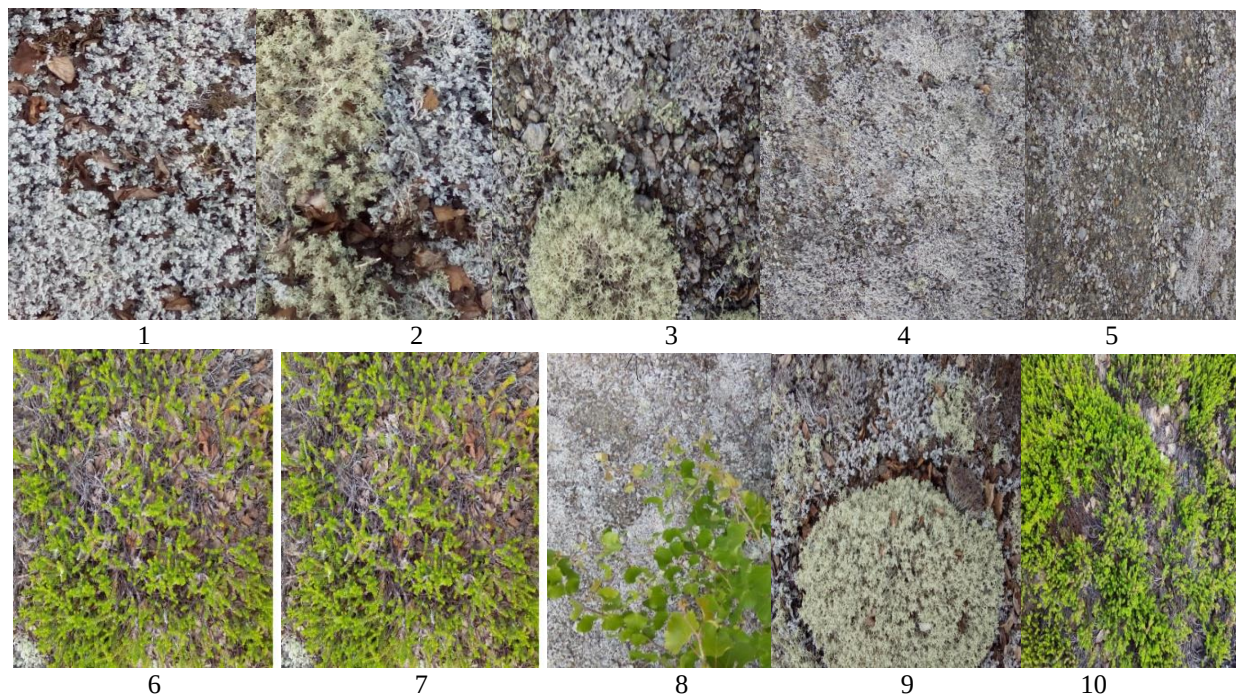


Рисунок 1 – Фотоизображения тестовых, площадок

На рисунке 2 приведены кривые спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) всех 10 тестовых площадок. Спектры пересчитывались в абсолютные единицы СПЭЯ и корректировались вторые порядки ФСР [2].

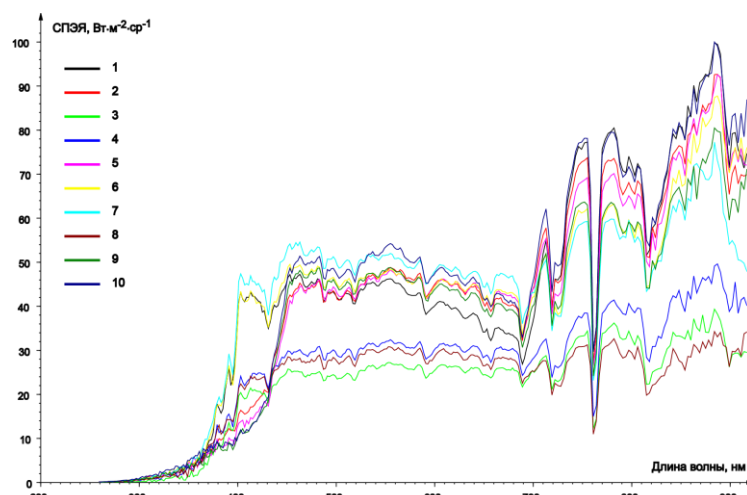


Рисунок 2 – Кривые спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) 10 тестовых площадок.

Следующие 5 тестовых площадок также выбирались на склоне вулкана Ксудач с уплотненной тефрой, представленной грубым пеплом и лапилли. Растительность на площадках представлена шикшевым сообществом (*Empetrum nigrum*). Фенофаза: вегетация до цветения, начало цветения. Проективное покрытие от 65 % до – 85. Также измерения проводились на площадке с молодыми кустами *Betula ermanii* (5 площадка).

На рисунке 3 приведены фотоизображения 5 тестовых площадок на которых проводились спектральные измерения.

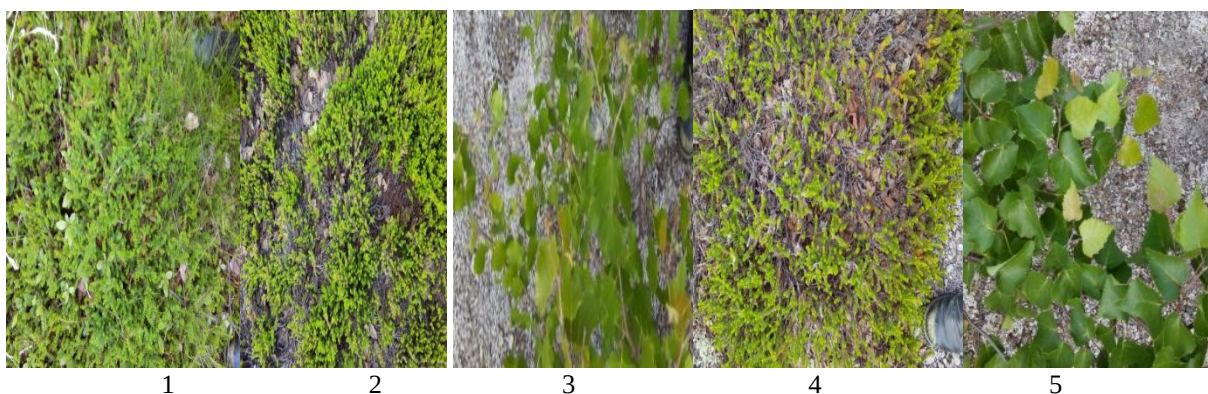


Рисунок 3 – Фотоизображения 5 тестовых площадок на которых проводились спектральные измерения.

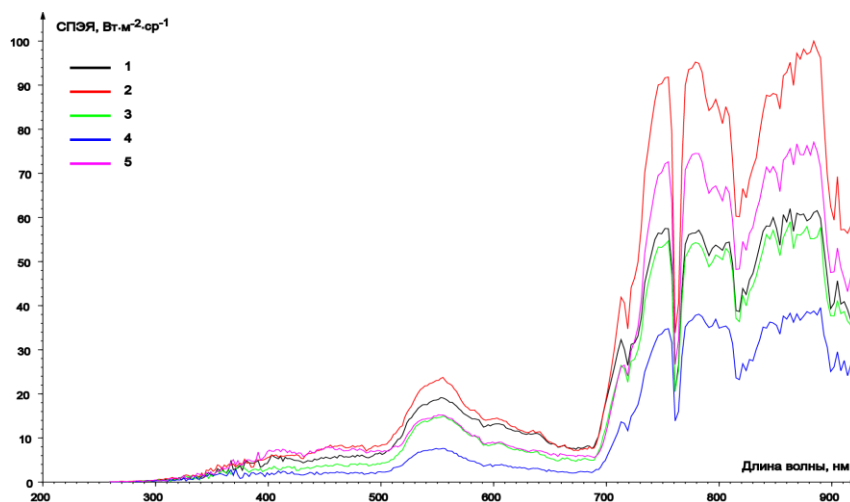


Рисунок 4 – Кривые спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) 5 тестовых площадок.

Третья группа тестовых площадок выбиралась на левом берегу реки Теплой, 6,5 км от истоков, на высоте 300 м, и расположена в верхней части пирокластического чехла, вскрыто-

го и частично переотложенного ветровой эрозией, представляет собой тефру дацитового состава извержения вулкана Штюбеля 1907 г. Растительность представлена мохово-лишайниковым сообществом с доминирующим участием накипных и кустистых лишайников (виды родов *Cladonia*, *Cladina*, *Stereocaulon* и др.). Растительные сообщества не сформированы. На площадках отмечены отдельные куртины трав и древесной растительности: подрост душейки и каменной березы.

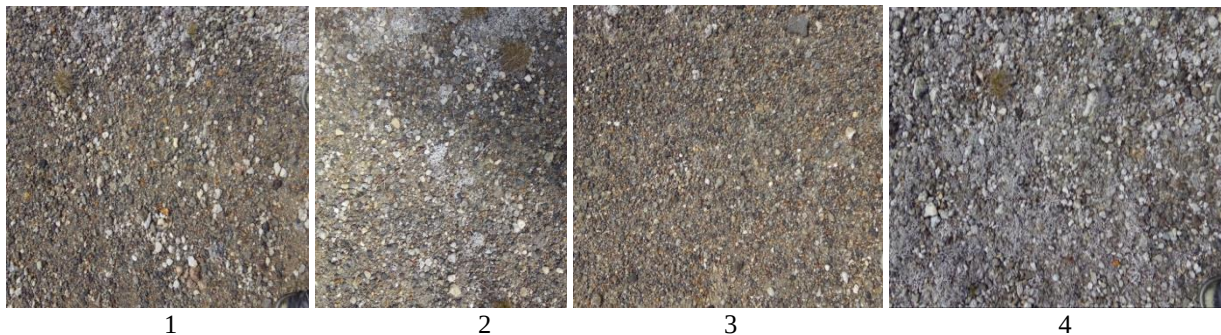


Рисунок 5 – Фотоизображения 4 тестовых площадок, на которых проводились спектральные измерения

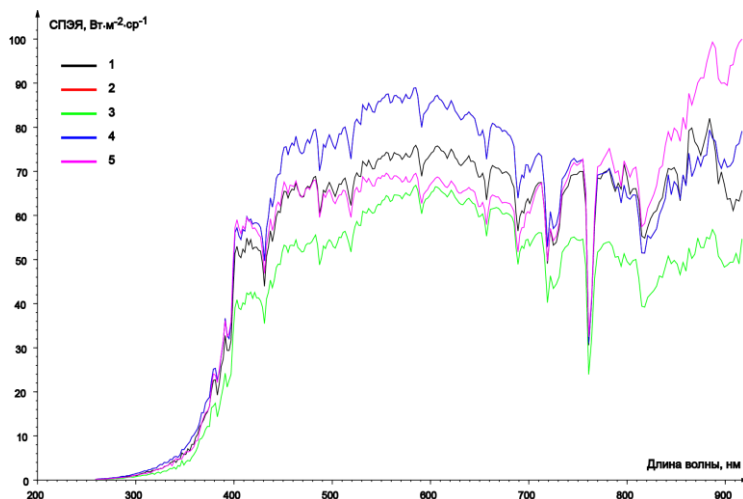


Рисунок 6 – Кривые спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) 4 тестовых площадок.

Аналогичные исследования были проведены и на вулкане Ильинском [3]. Пересчитанные и нормализованные полевые данные загружены в Базу Спектральных Эталонов по адресу: <http://spectral.igras.ru> для целей создания обучающей выборки спектральных характеристик подстилающих поверхностей природных ландшафтов для объектно-ландшафтного дешифрирования космических спектрозональных и гиперспектральных данных вулканически активных зон.

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 спектро-радиометр 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
2. Бручовская С. И., Литвинович Г. С., Бручовский И. И., Катковский Л. В. Алгоритм коррекции дифракции второго порядка в спектрометре с вогнутой дифракционной решеткой // Журн. приклад. спектроскопии. – Минск, 2019. – Т. 86, №4. – С. 620–627.
3. Малышев В.Б. Беляев Ю.В. Бручовская С.И. Спектральные исследования ландшафтов Ходуткинского вулканического массива Южная Камчатка. – Москва, 2021. – Т.18, № 1. – С. 103-115