

Разработка методов наземного спектрометрирования северной растительности для целей дешифрирования



Scott Polar Research Institute
University of Cambridge

Зимин Михаил Викторович*
Голубева Елена Ильинична*
Тутубалина Ольга Валерьевна*
Рис Гарет**

** МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Россия*

*** Институт полярных исследований имени Р.Скотта, Кембриджский университет, Великобритания*

Цели работы по проекту, 2012-2016

По экспериментам на Кольском полуострове

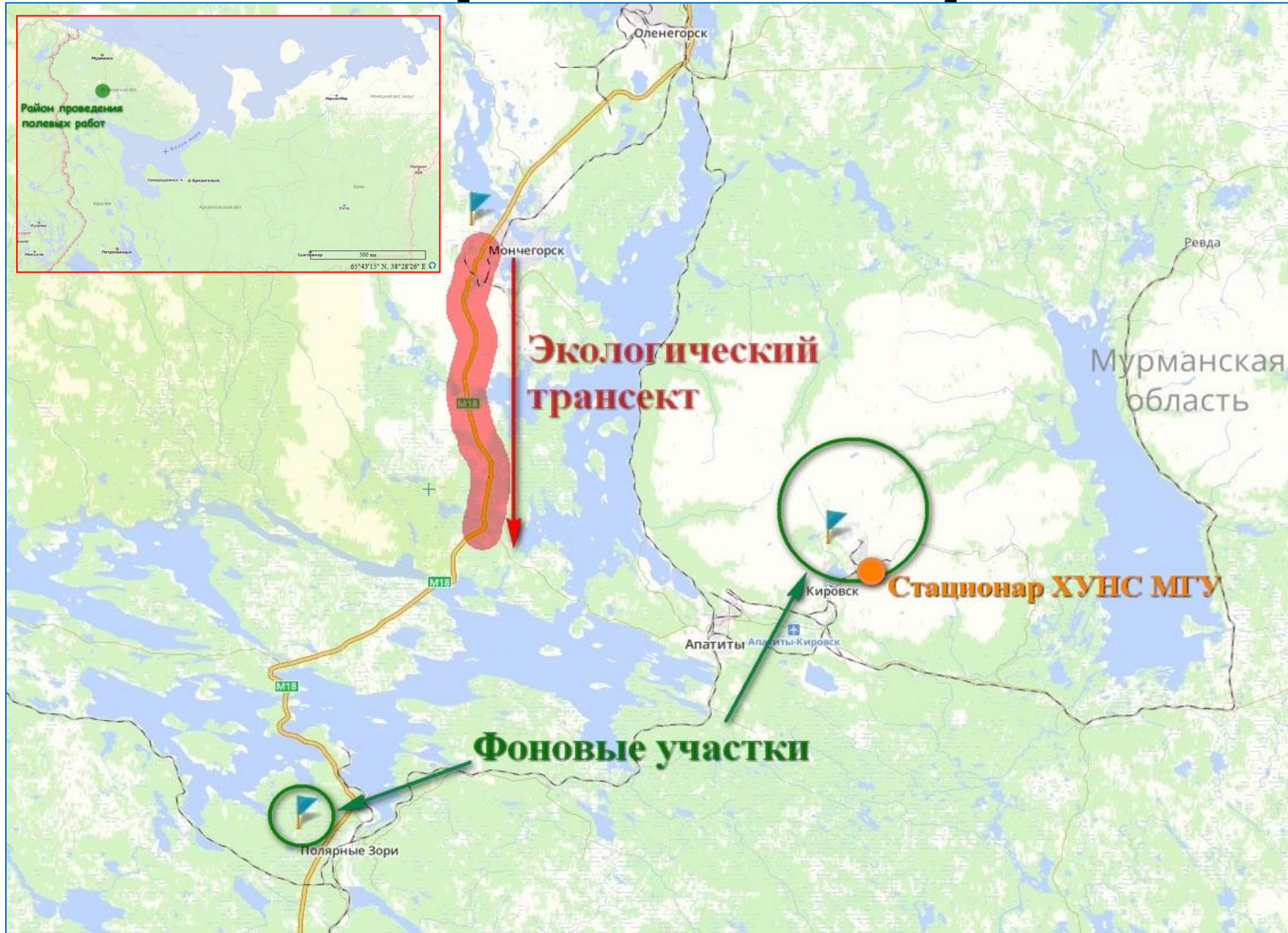
- 1. Получение спектральных образов различных видов растений и подстилающих поверхностей.**
- 2. Создание Библиотек спектральных образов поверхностей**
- 3. Создание БД по биохимическим показателям растений**

Темы исследований

Гипотезы

- 1 Существуют ли различия в спектральных образах растений разных видов, произрастающих в одинаковых условиях.
- 2. Существуют ли различия в спектральных образах одних видов растений в различных условиях
- 3. Существуют ли различия в спектральных образах растений одного вида в различном состоянии по градиенту загрязнения
- 4 Существуют ли различия в спектральных образах растений одного вида при разной влажности
- 5. Как отличаются биохимические особенности растений по этим же градиентам

Район проведения работ



Либи́нская учебно-научная база географического ф-та МГУ



ПРИБОРЫ

Портативный полевой спектрометр SkyeInstruments SpectroSense 2+



SpectroSense 2+



Поле зрения 25°
4 спектральных зоны,
красная и ближняя
инфракрасная
(с центрами на
0.48, 0.55, 0.68, 0.84 мкм)

Возможность записи в память
прибора (более 2000
образцов) и режим
автоматических измерений
через заданный интервал
времени

Применяется для измерений
NDVI и анализа
спектрального образа
объектов

Гиперспектрометр ASD FieldSpec 3 Hi-Res

(приобретен по Программе развития МГУ)



- Спектральный диапазон: 350-2500 нм
- Интервал выборки: 1.4 нм (записывается 2151 измерение через 1 нм)
- Спектральное разрешение: 3 нм при 700 нм, 8,5 при 1400 нм и 6,5 при 2100 нм.
- Скорость сбора данных:
- по выбору пользователя – $2^n \times 17$ мс, где $n=0, 1, \dots, 15$
- Скорость заданной оптимизации: 8,5 – 14 с в зависимости от освещения
- Время сканирования: 100 мс
- Датчик: кремниевая фотодиодная матрица из 512 элементов с блокирующим фильтром высокого порядка, с программой автоматического ввода коррекций
- Устройство ввода: волоконно-оптический кабель с полным коническим углом до 25 градусов, длиной не менее 1,5 м.

Работа с интегрирующей сферой



Работа с листовыми поверхностями



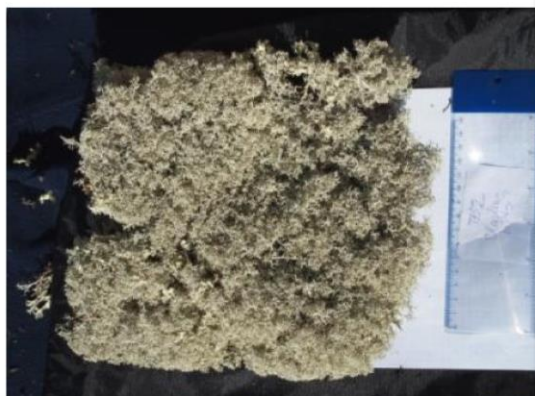
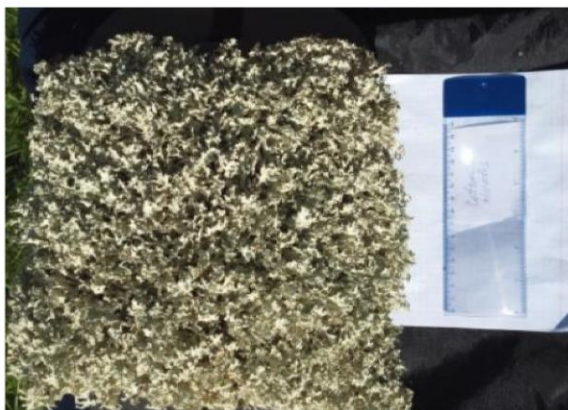
Полевые контактные измерения



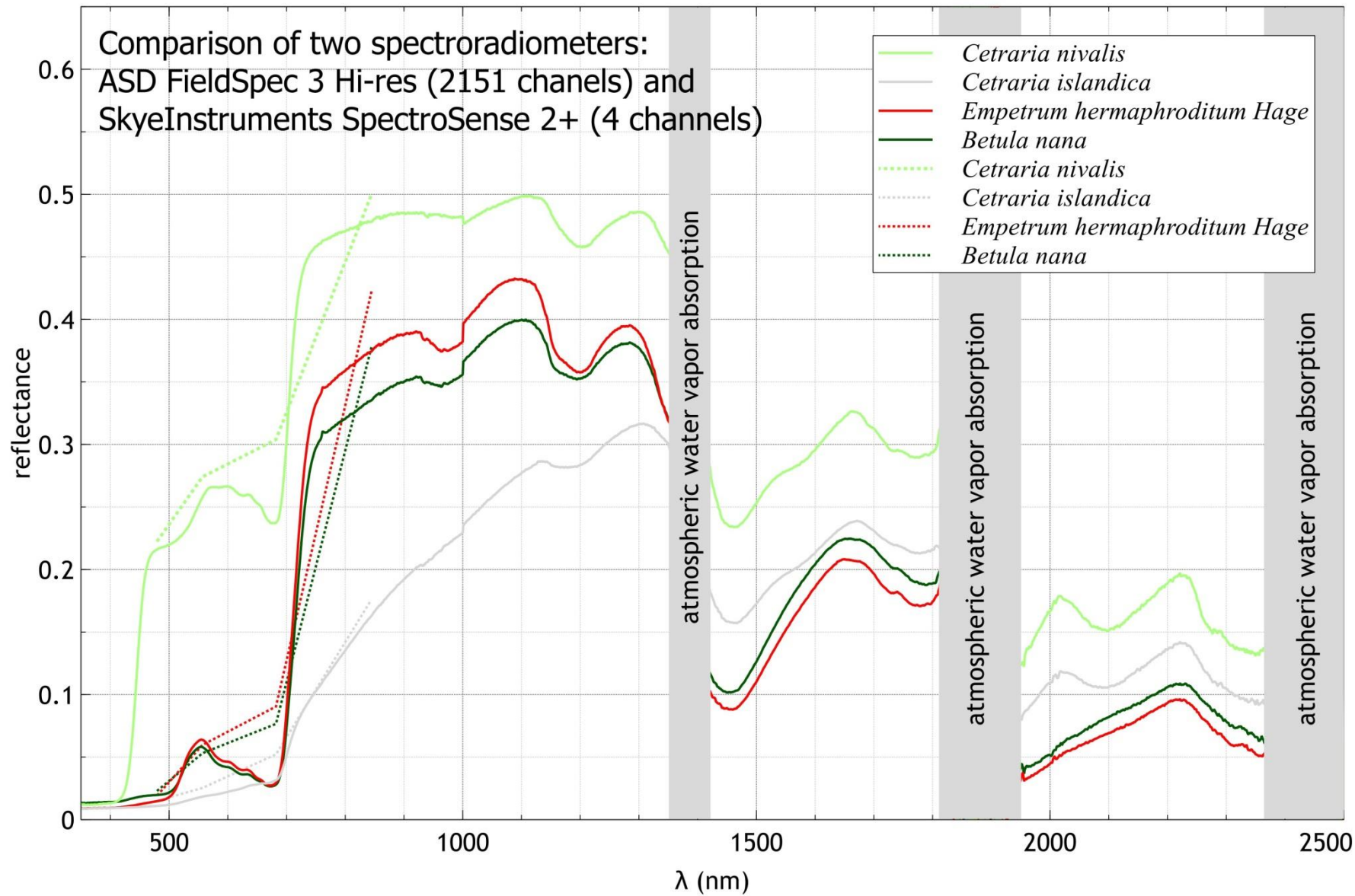




Образцы – каждый измерялся в 4 ориентациях



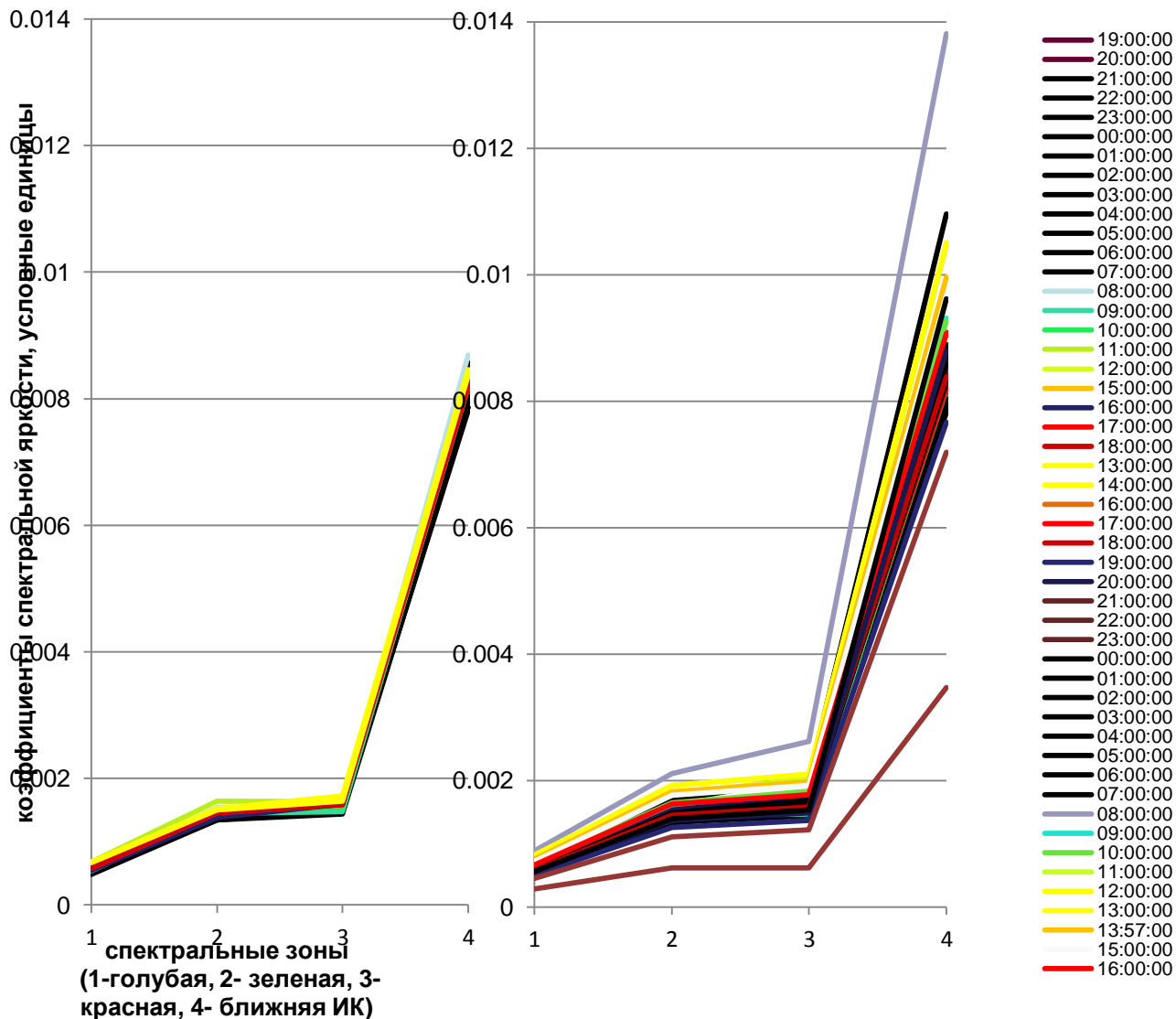
Совмещенные данные гиперспектральных и 4-канальных измерений



Измерение суточных вариаций коэффициента отражения



Хибины, суточные наблюдения заболоченного луга, июль, при сплошной облачности (слева) и при ясной погоде (справа)



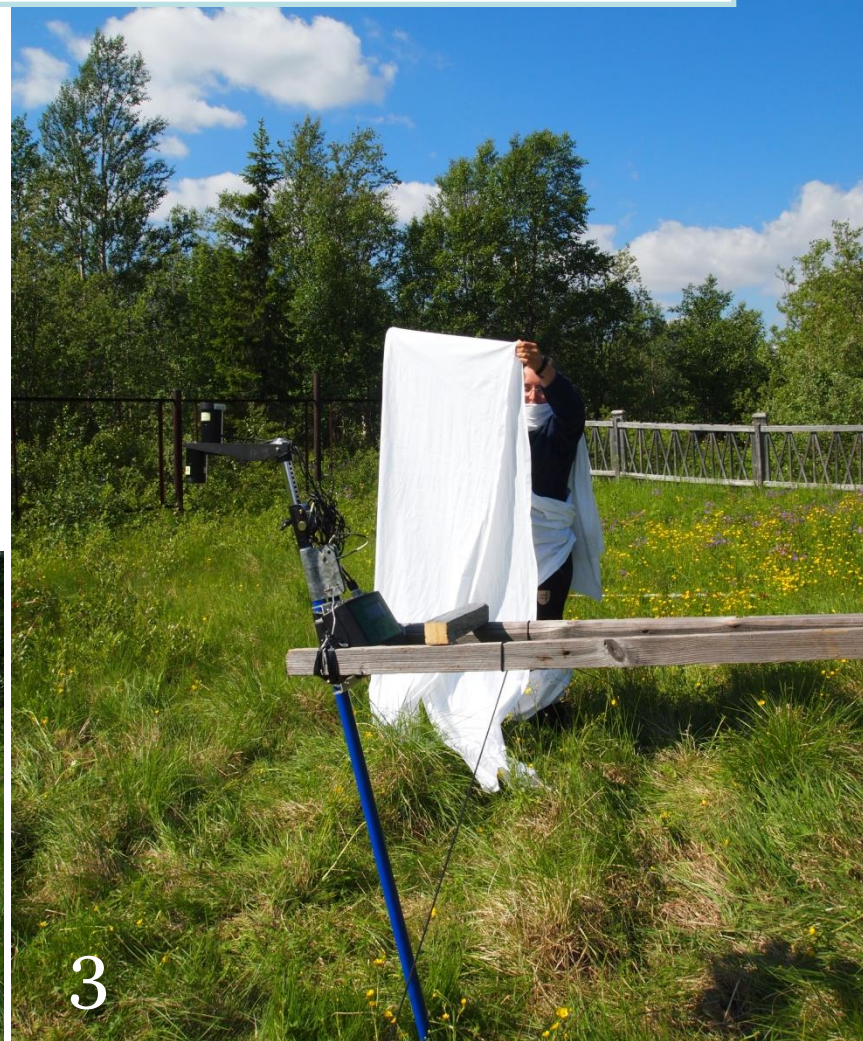
Изучение влияния объектов в поле зрения и вблизи поля зрения спектрометра



1

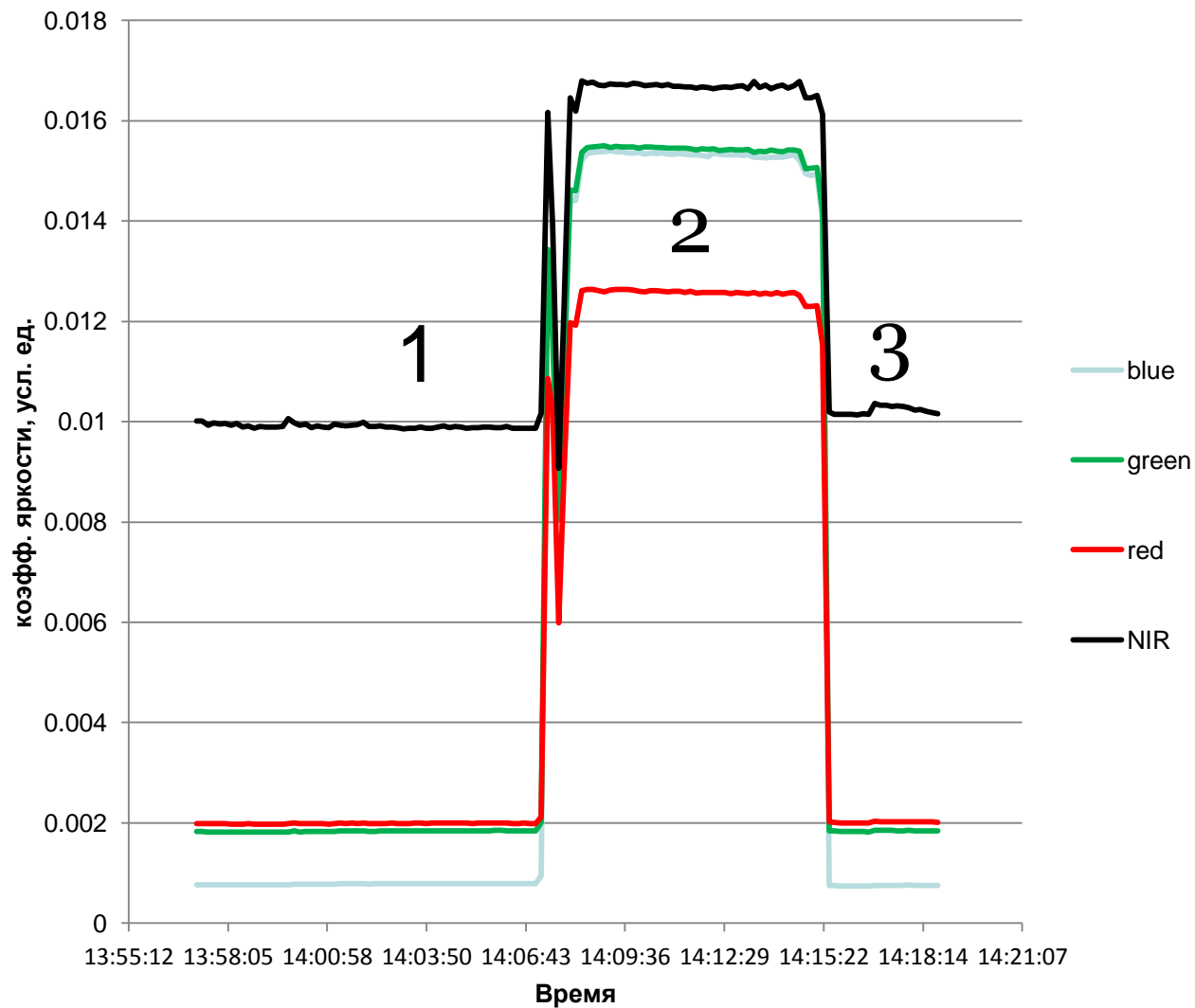


2

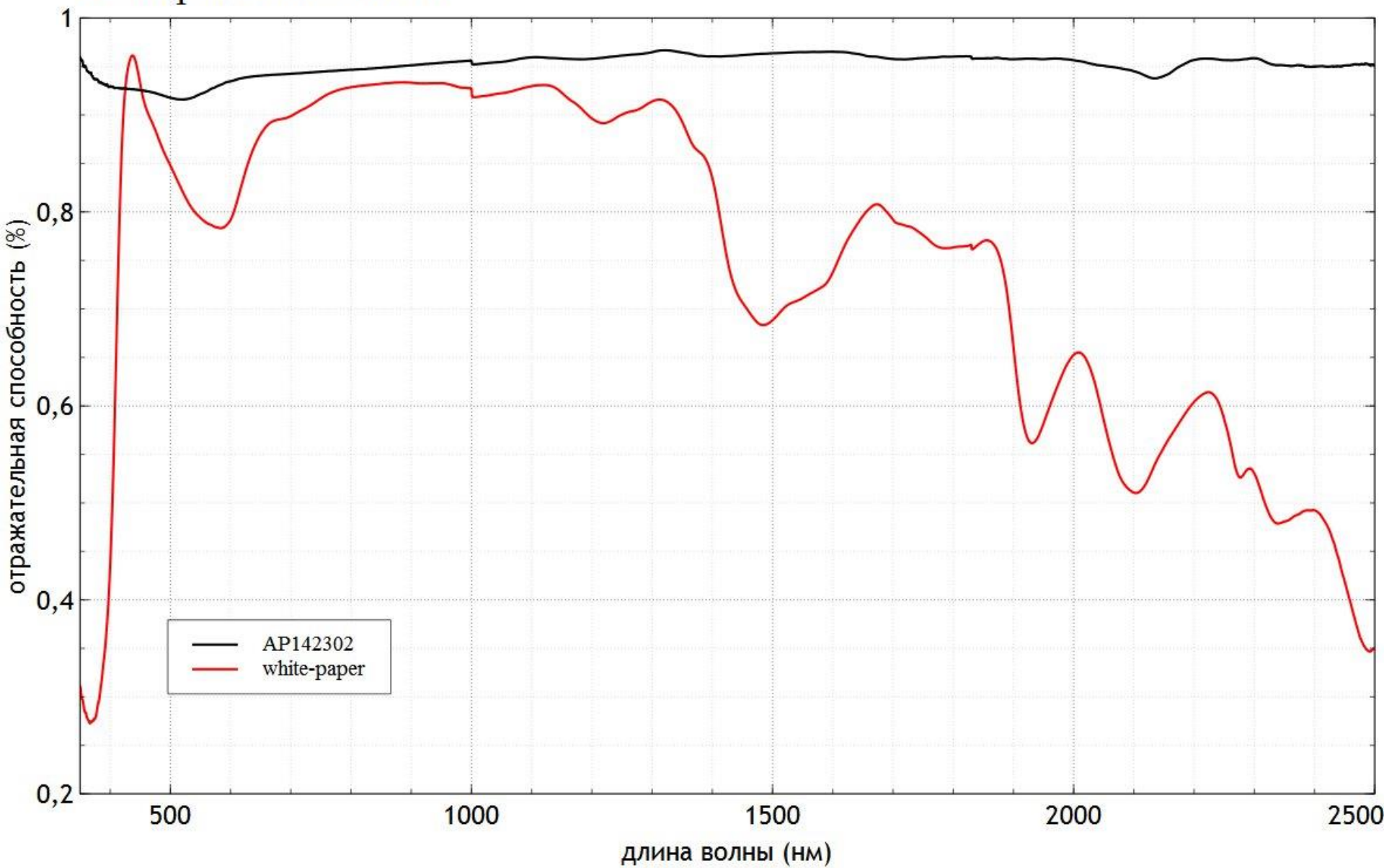


3

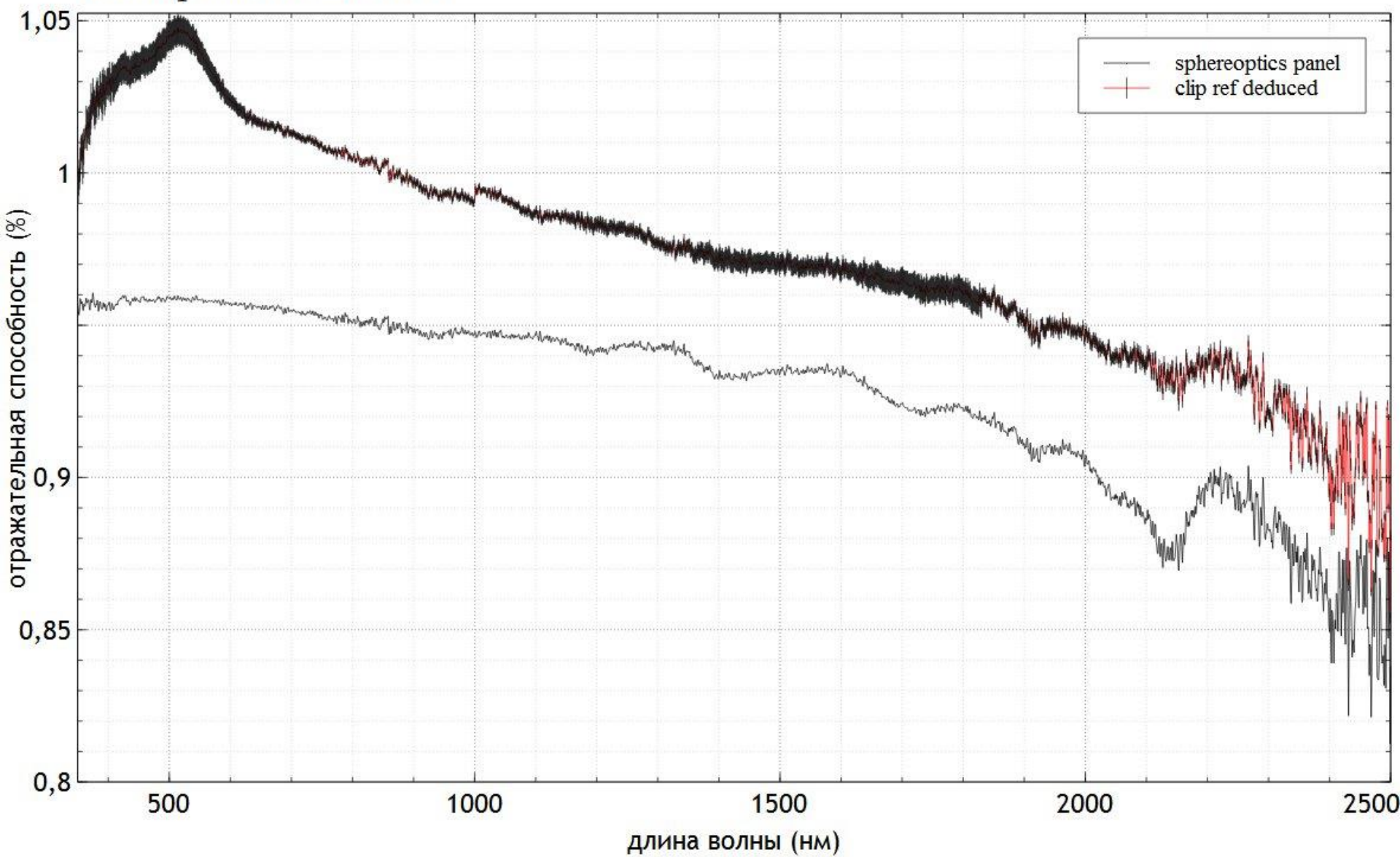
Результаты измерений



Калибровочные панели



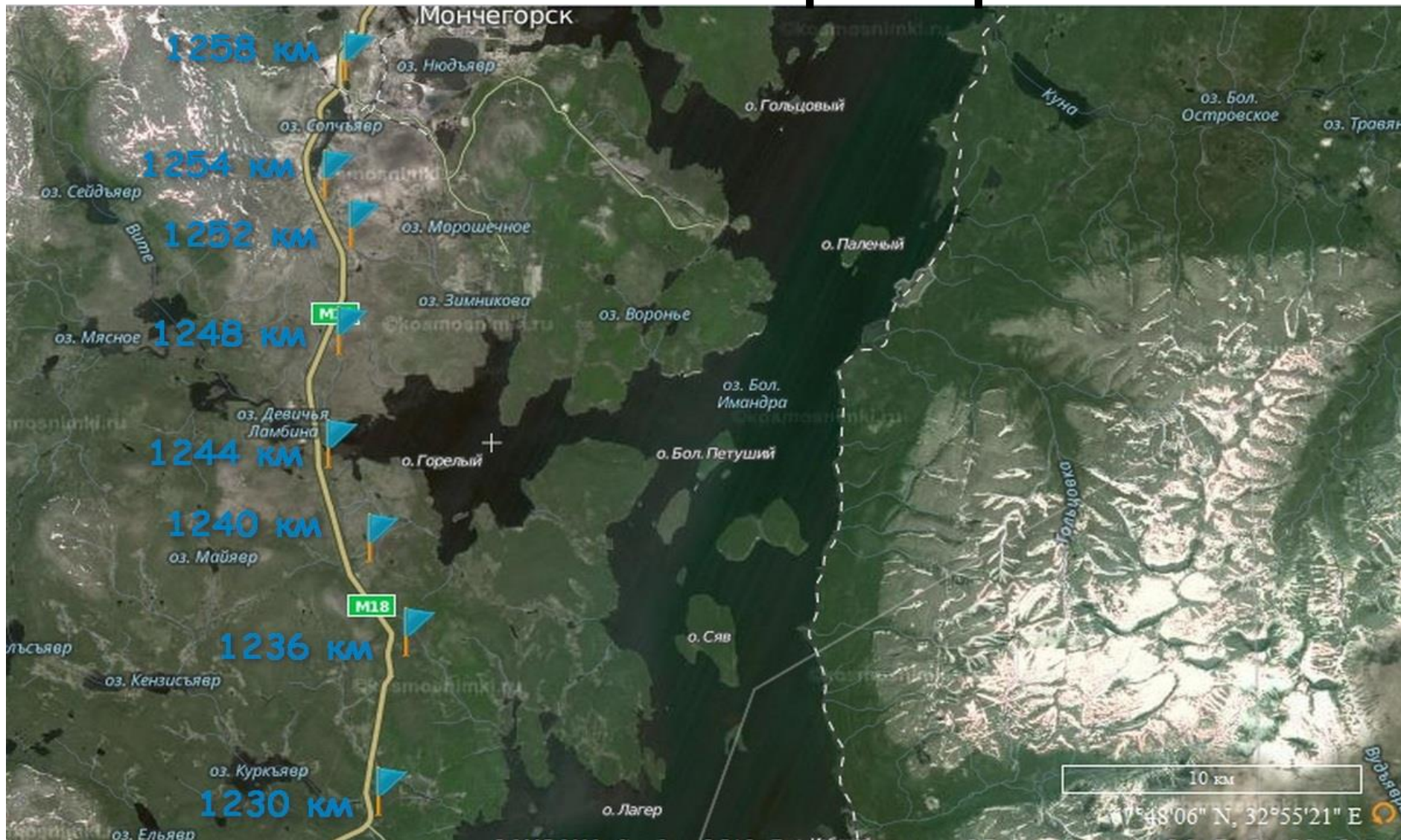
Калибровочные панели



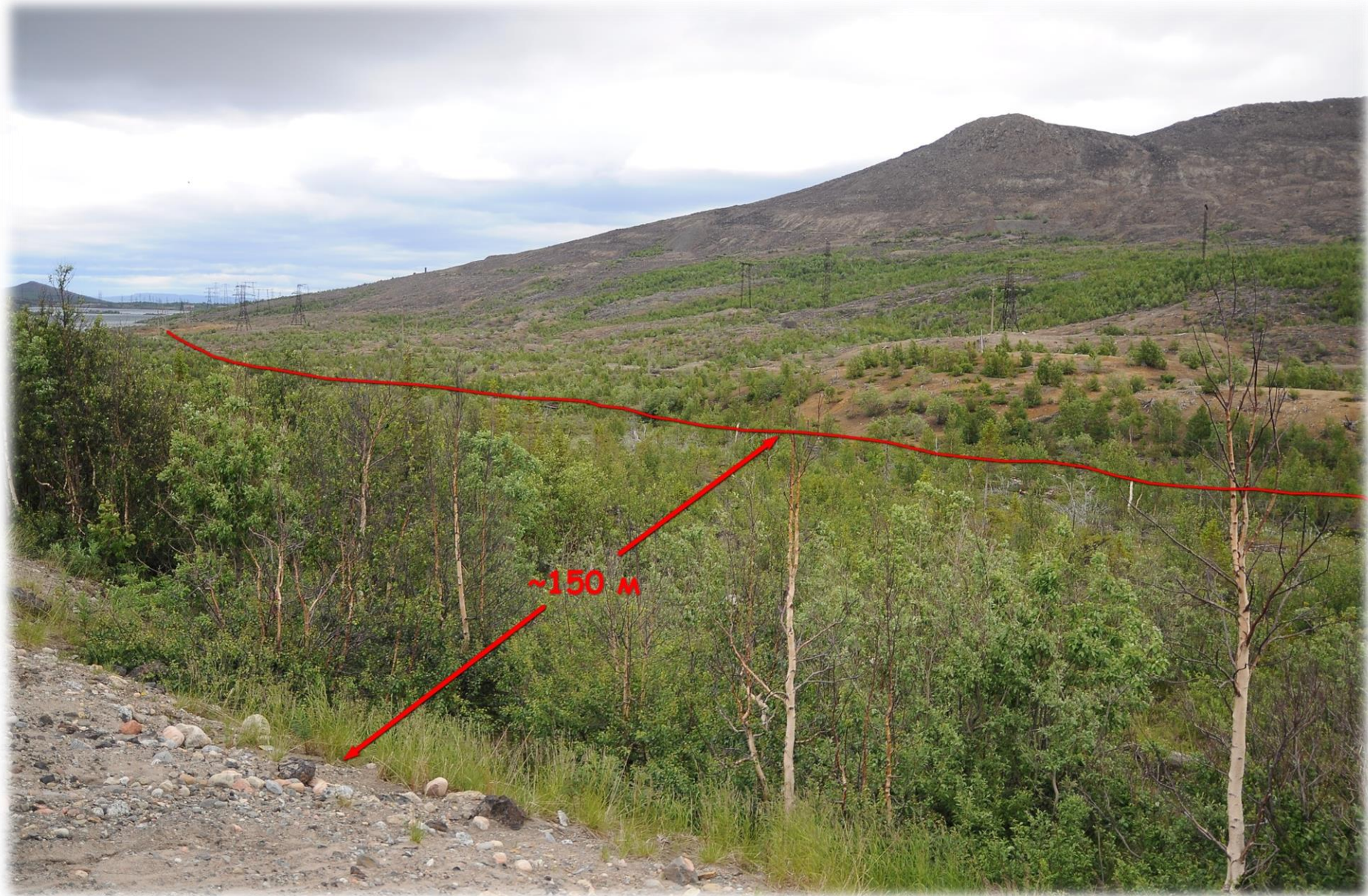
Лабораторное измерение
спектрального образа листьев
березы (*Betula tortuosa*) в различном
состоянии, собранных на расстоянии
1-30 км на юг от комбината
«Североникель»

Основная гипотеза - растительность, как
индикатор экологического состояния
экосистемы, должна качественно и
количественно отражать характер
воздействия на нее.

Районы отбора проб



Краевой эффект от дороги



1258 KM.



1254 км.



1252 KM.



1248 км.



1244 KM.



1244 км. (орографический эффект)



1240 км.



1236 км.



1230 KM.



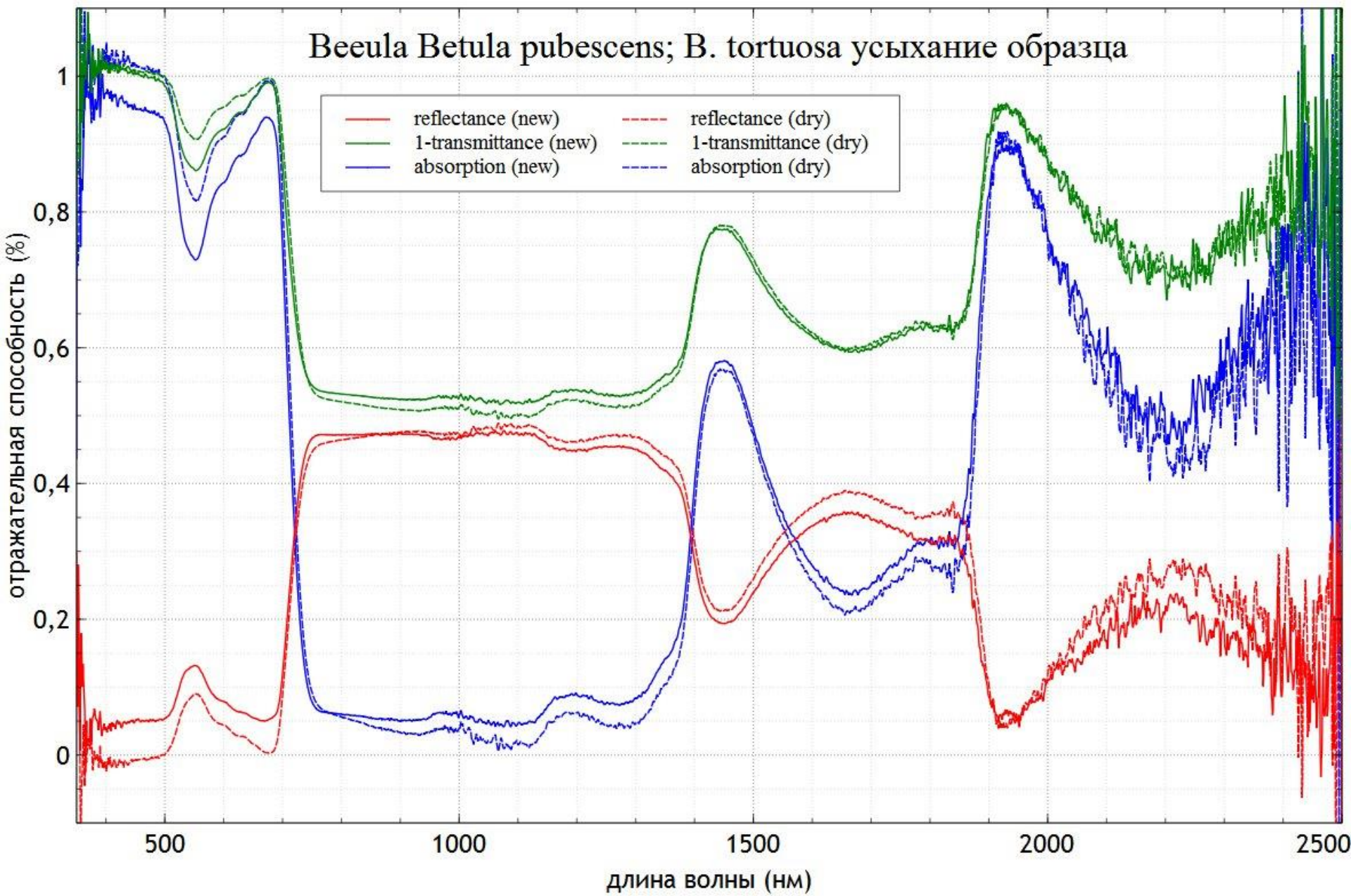
Методика проведения работ

- Подготовка образцов (морфометрия, описания)
- Проведение серии многократных измерений с использованием интегрирующей сферы
- Расчет отражательных характеристик образцов

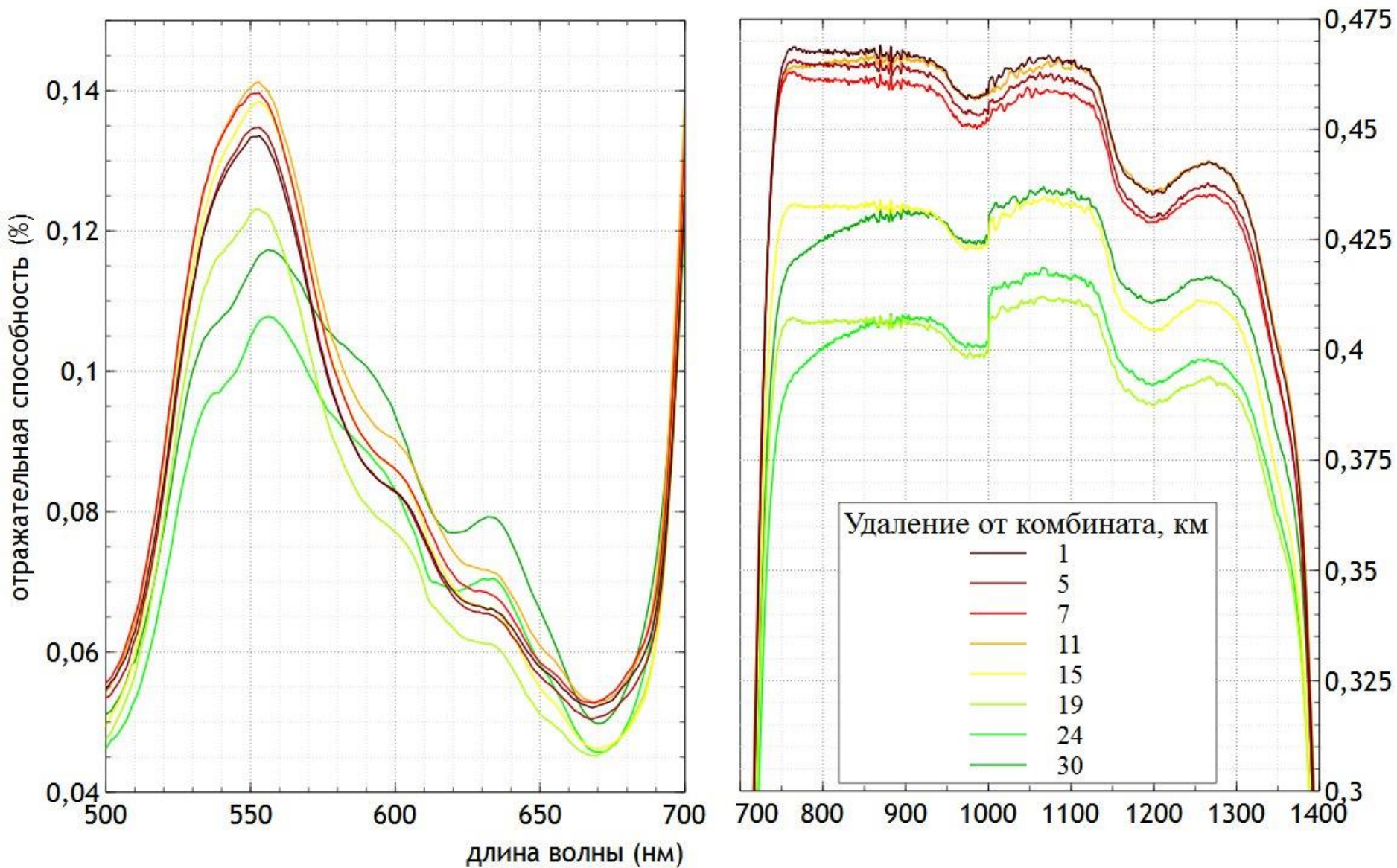
Методика проведения работ



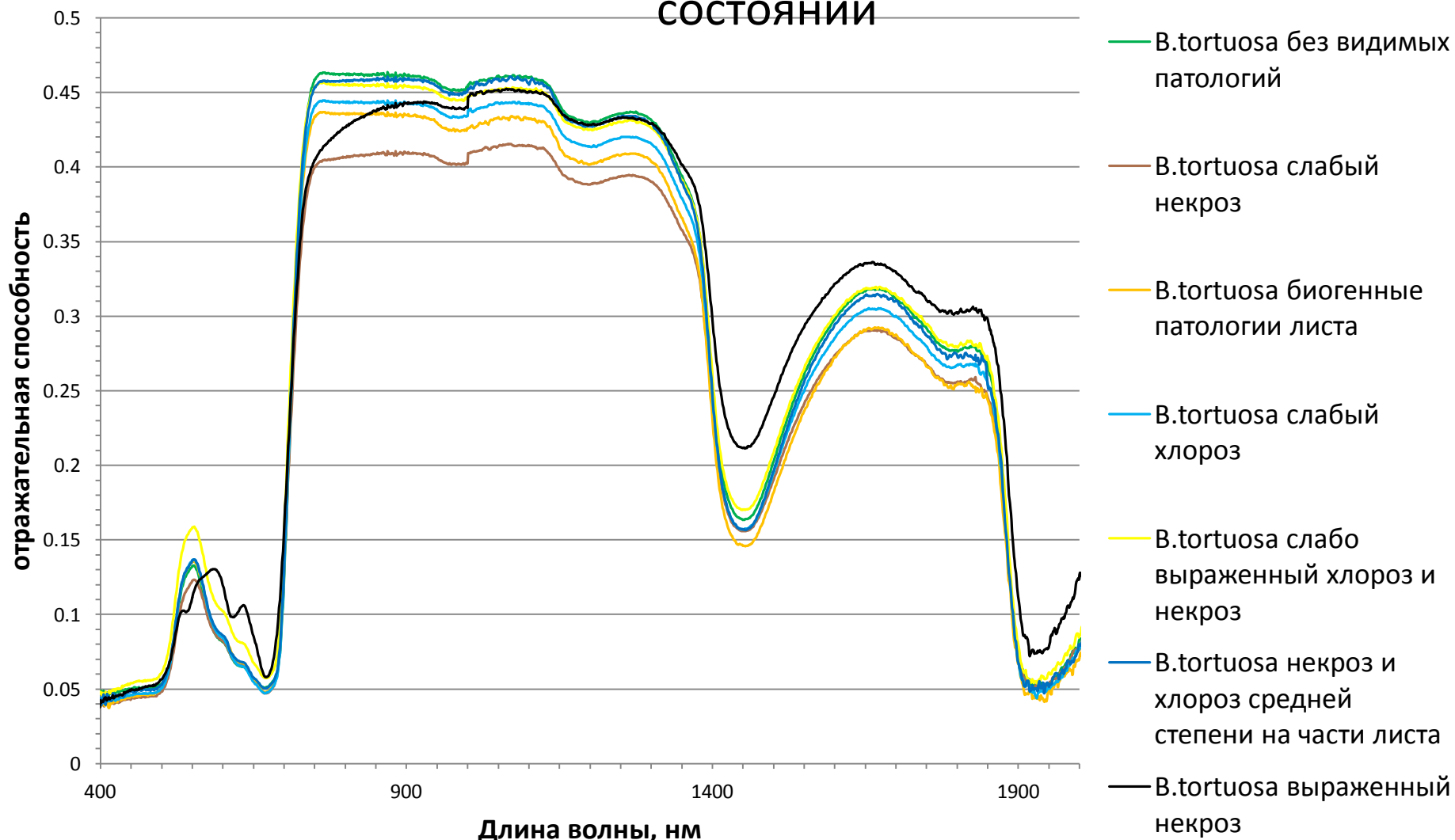
Веула Betula pubescens; B. tortuosa усыхание образца



Спектральные свойства листьев березы — *Betula pubescens*; *B. tortuosa* без биогенных патологий



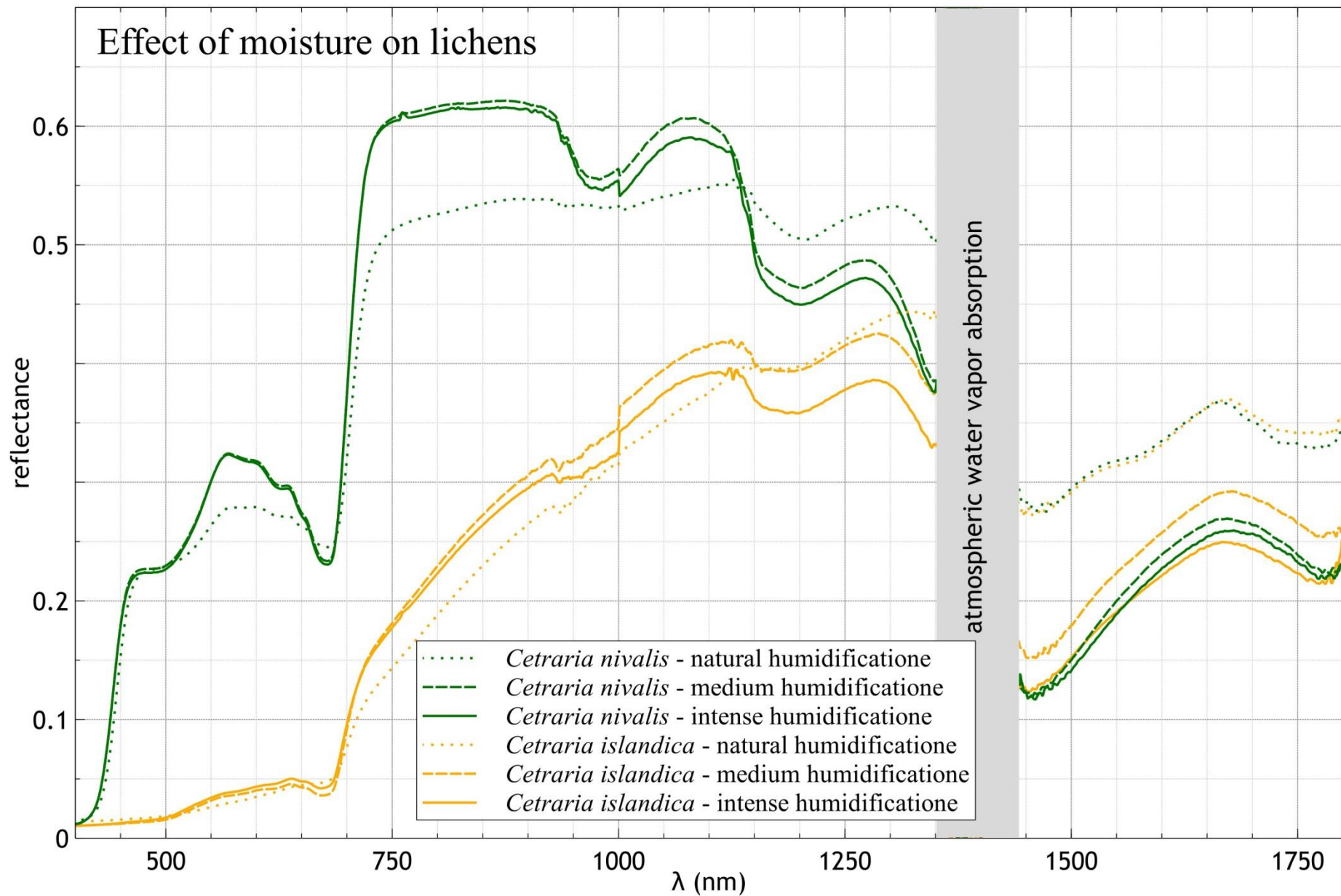
Спектральные свойства листьев березы в различном СОСТОЯНИИ



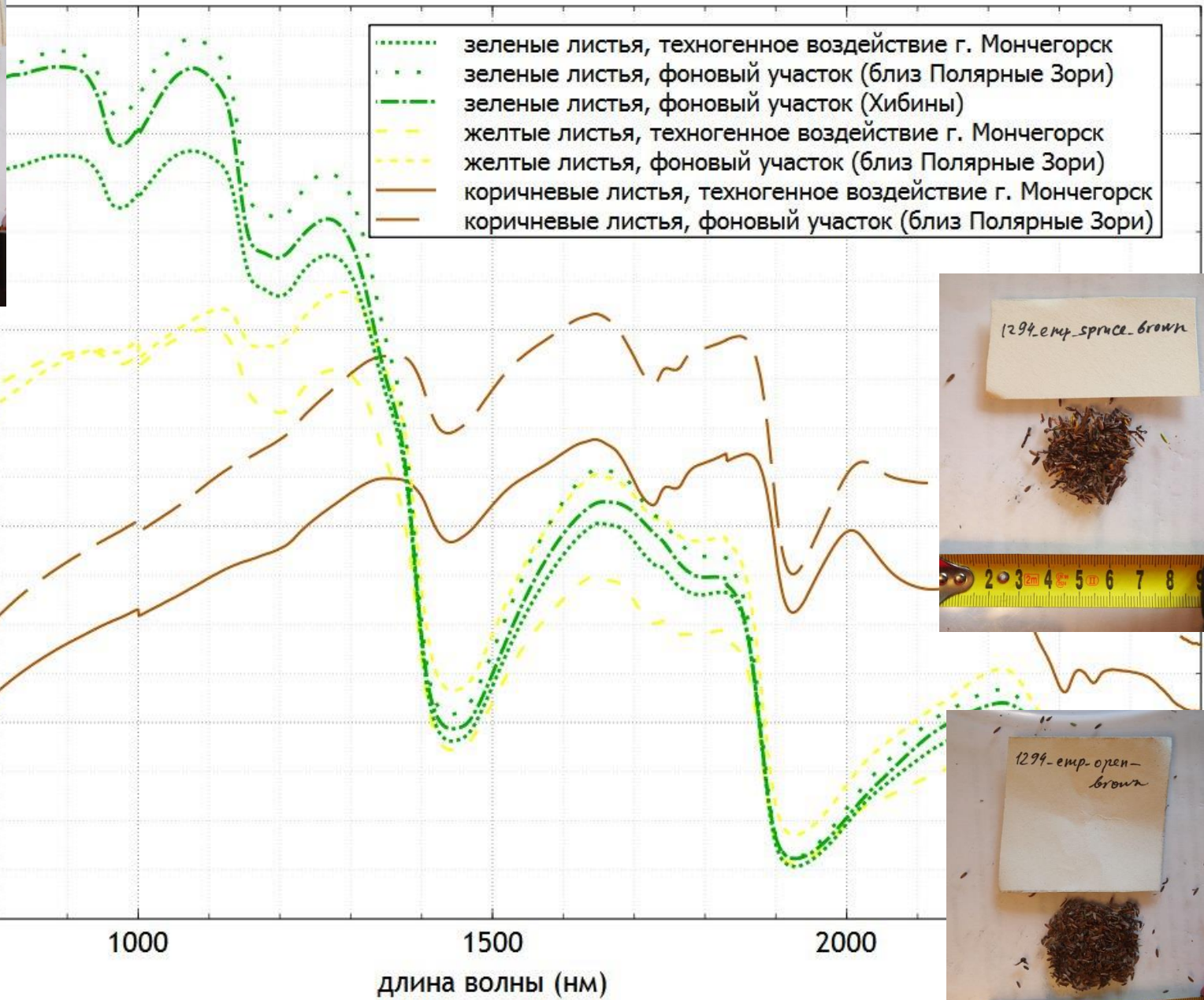
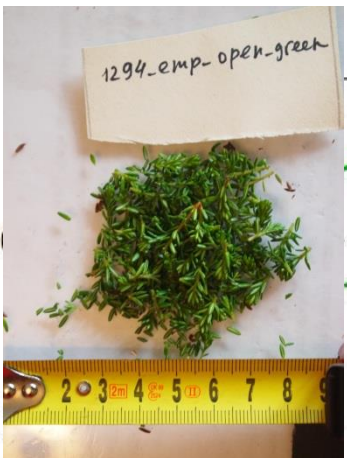
Увлажнение образцов лишайников



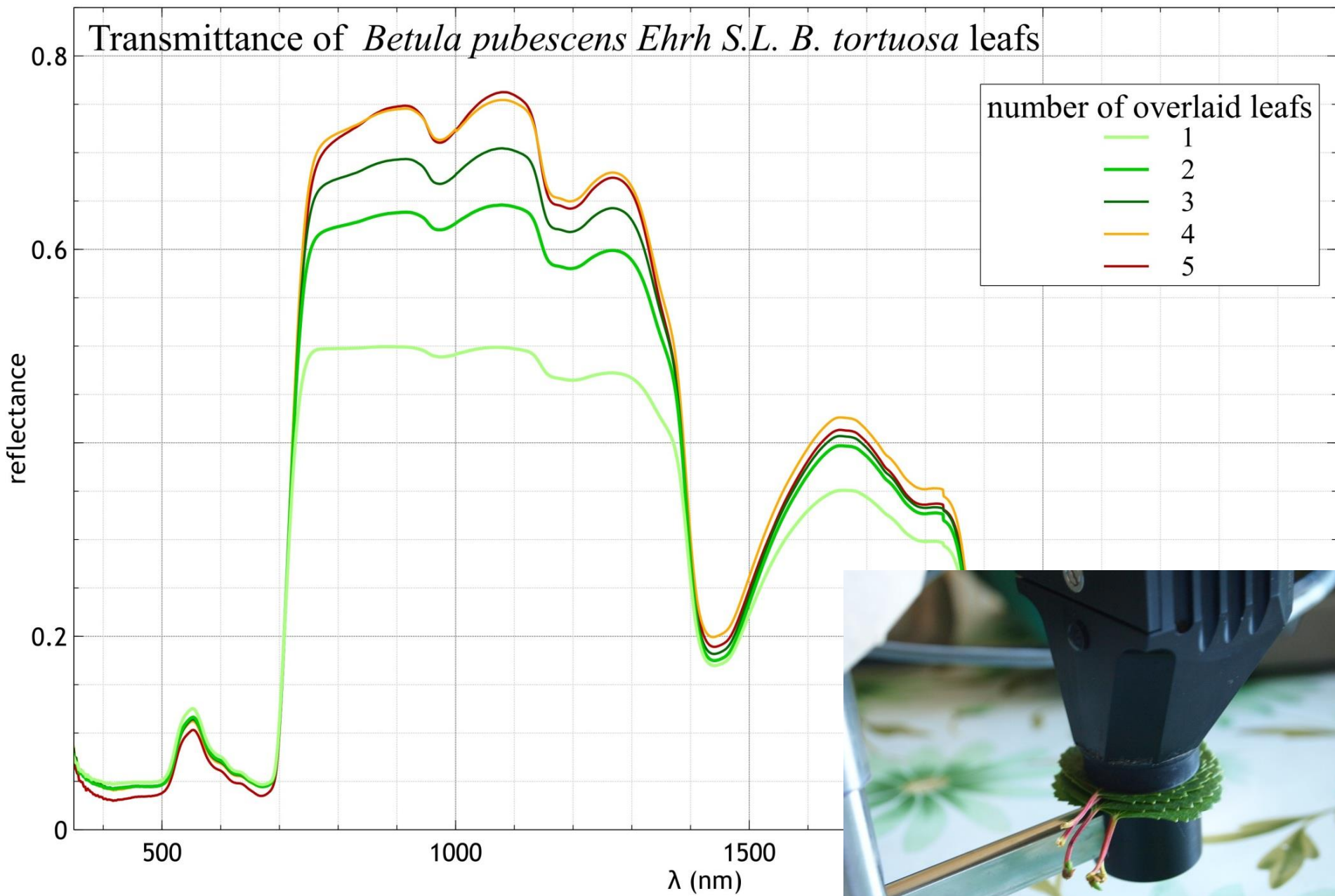
Effect of moisture on lichens



отражательная способность (%)



Transmittance of *Betula pubescens* Ehrh S.L. *B. tortuosa* leaves



number of overlaid leaves

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



Образцы ячменя

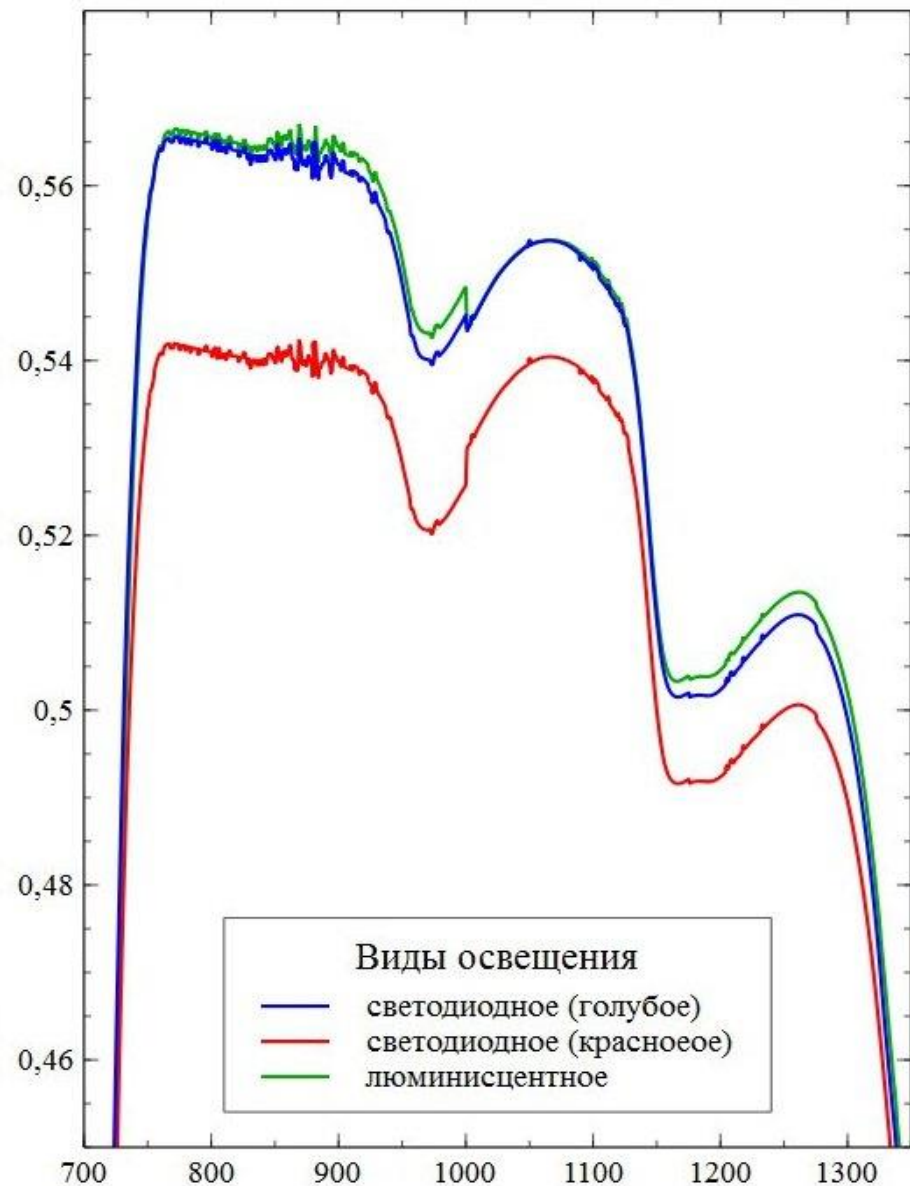
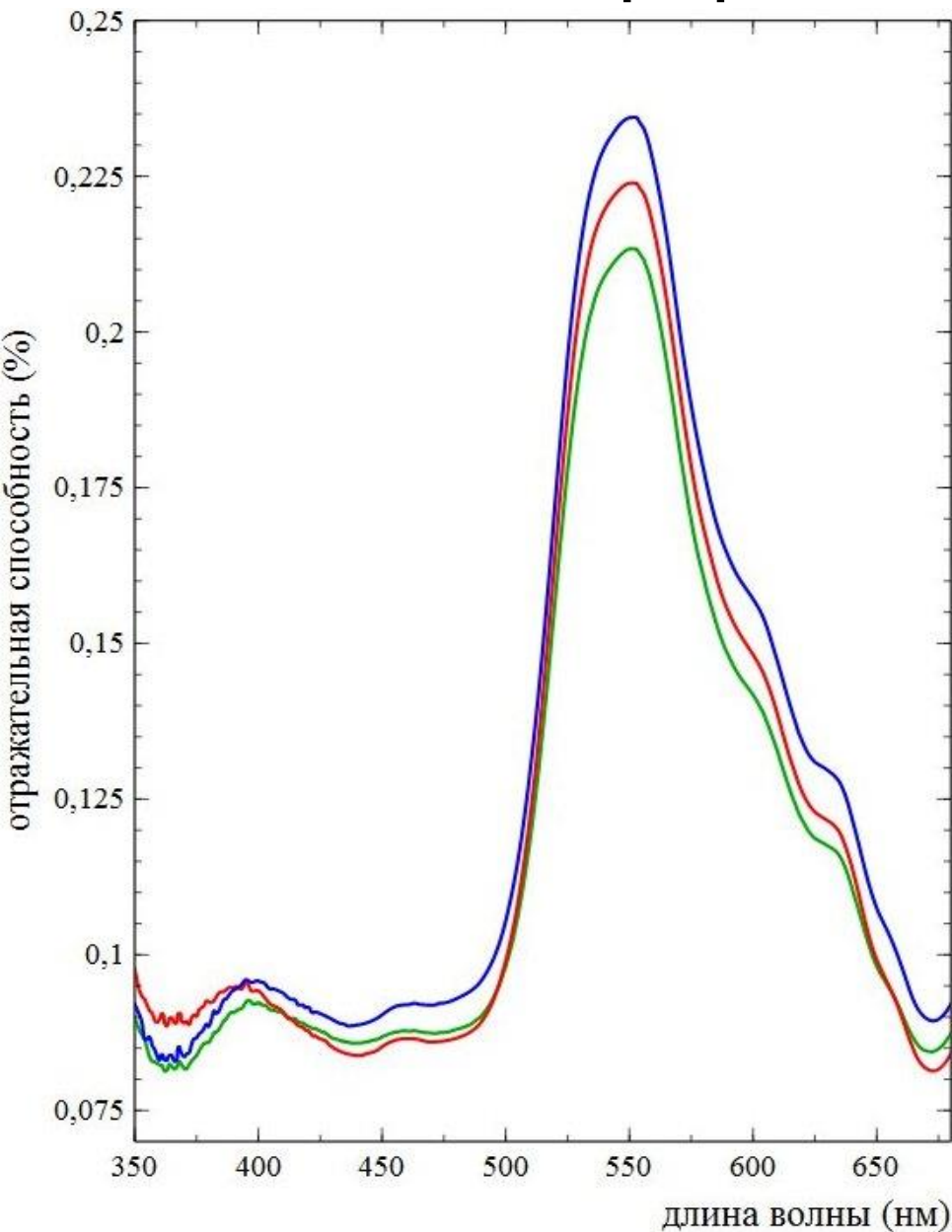
1-белые
люминесцентные
лампы

2- красные
светодиоды

3- синие
светодиоды



Коэффициенты спектральной яркости проростков ячменя



Выводы

Многолетние исследования свидетельствуют о способности растительности избирательно отражать падающую солнечную радиацию в зависимости от ее видового состава и состояния растений. Появление космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения, а также гиперспектральных снимков требует адекватного уровня точности наземных измерений, которые лежат в основе интерпретации снимков. Проведенный анализ возможностей и ограничений использования методов наземного спектрометрирования для дешифрирования космических снимков и создания библиотек спектральных образов арктических растений позволил установить что:

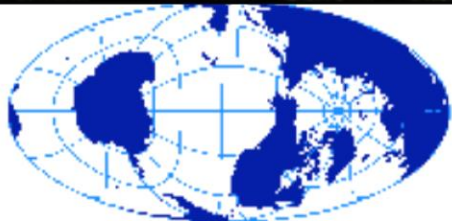
Выводы

- — по кривым спектральной яркости можно различать основные дешифрируемые объекты: виды деревьев, кустарничков, мхов, лишайников и травянистых растений;
- — измерения 4-канальным и гиперспектральным спектрометрами дают очень близкие значения коэффициента спектральной яркости одних и тех же образцов (с калибровкой по одной панели);
- — использование 4-канального спектрометра позволяет решать ряд научных и практических задач, но гиперспектральные данные, полученные при помощи гиперспектрорадиометра, дают новую дополнительную информацию в ближней и средней инфракрасной частях спектра, интерпретация которой требует дополнительных исследований;

Выводы

- — при измерениях коэффициента спектральной яркости листьев березы четко индицируются хлорозы и некрозы, даже при поражении их малой части;
- — экспериментальные измерения показывают, что увлажнение образцов лишайников может действовать неоднозначно (как повышать, так и понижать значения их коэффициента спектральной яркости). Вероятно, это определяется характером отражения от капель воды на поверхности образца;
- — влияние видовых особенностей и условий местообитания четко отражается в спектральном образе разных видов арктических растений.

Спасибо за внимание



Scott Polar Research Institute
University of Cambridge