

# Выделение значимых спектральных каналов для анализа состояния хвойных лесов



*Мартинов А.О., Ломако А.А., Литвинович Г. С.*

# Задача раннего обнаружения усыханий

сложности с ранним обнаружением болезней хвойных лесов

мультиспектральные камеры БПЛА также с этим не справляются

оценка состояния здоровья лесопатологом медленна и трудоемка

масштабное ухудшение санитарного состояния хвойных лесов

## Внешний вид разных категорий здоровья ели обыкновенной



категория здоровья:

1

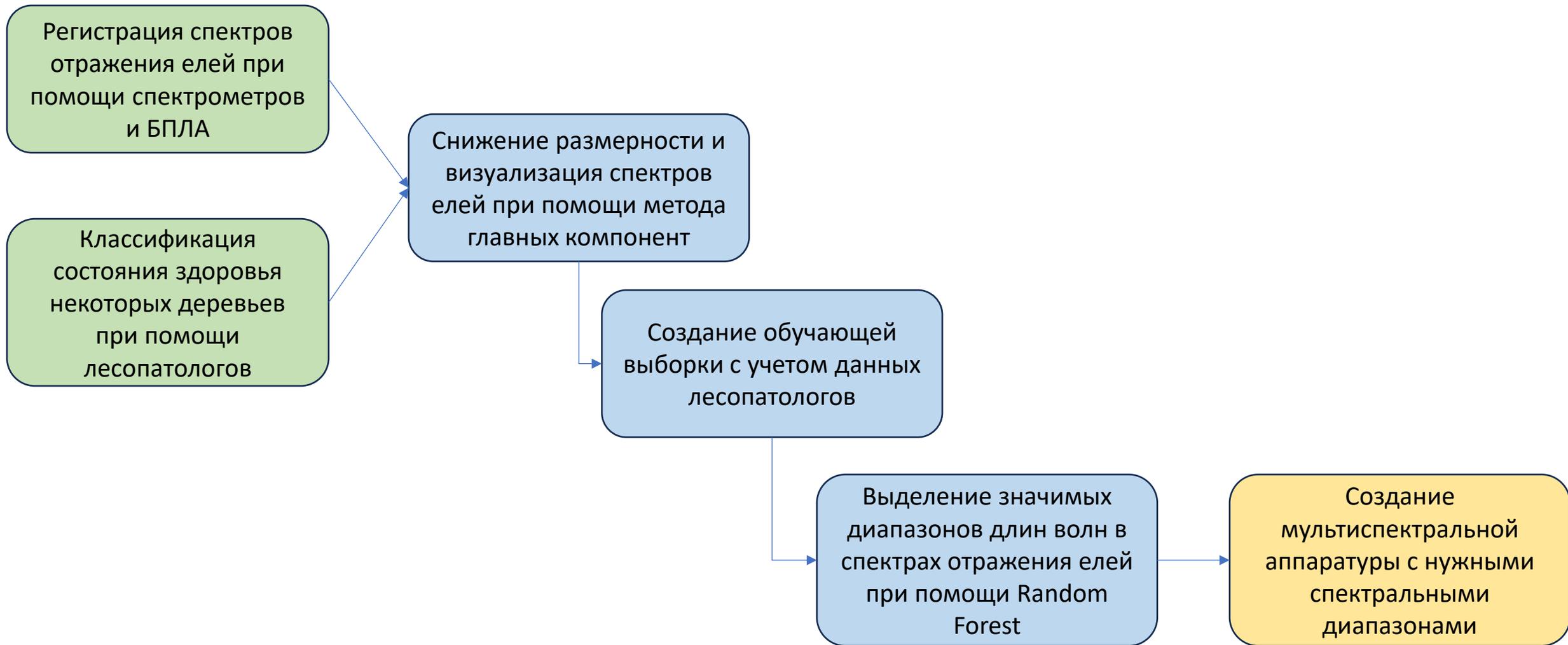
2

3

4

5

# Суть предлагаемого метода по раннему обнаружению усыхания елей

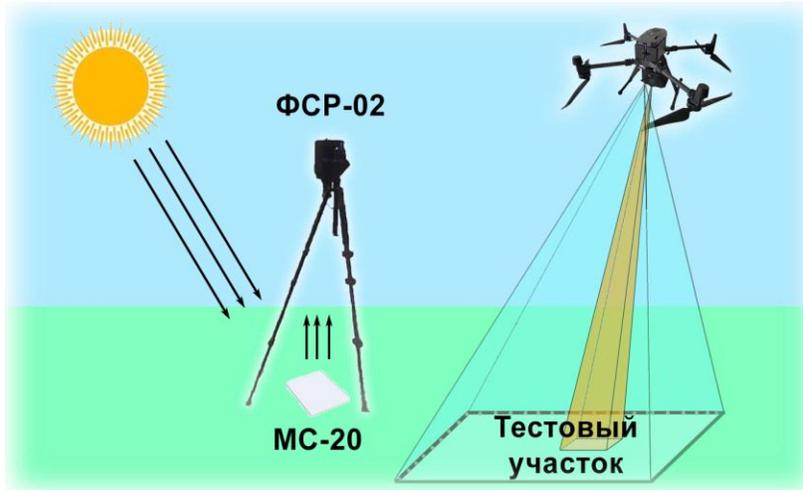


# Получение КСЯ крон елей

## Фотоспектрорадиометр ФСР-02



## Схема измерений



## Беспилотный комплекс авиационного спектрометрирования (БЕКАС)



БПЛА-носитель:  
Matrice 300  
RTK

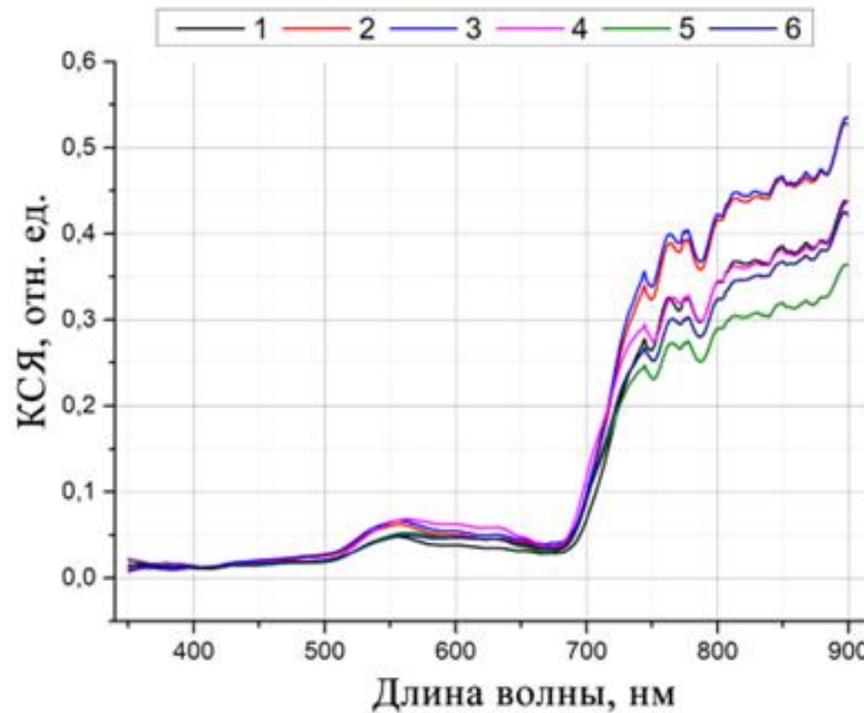
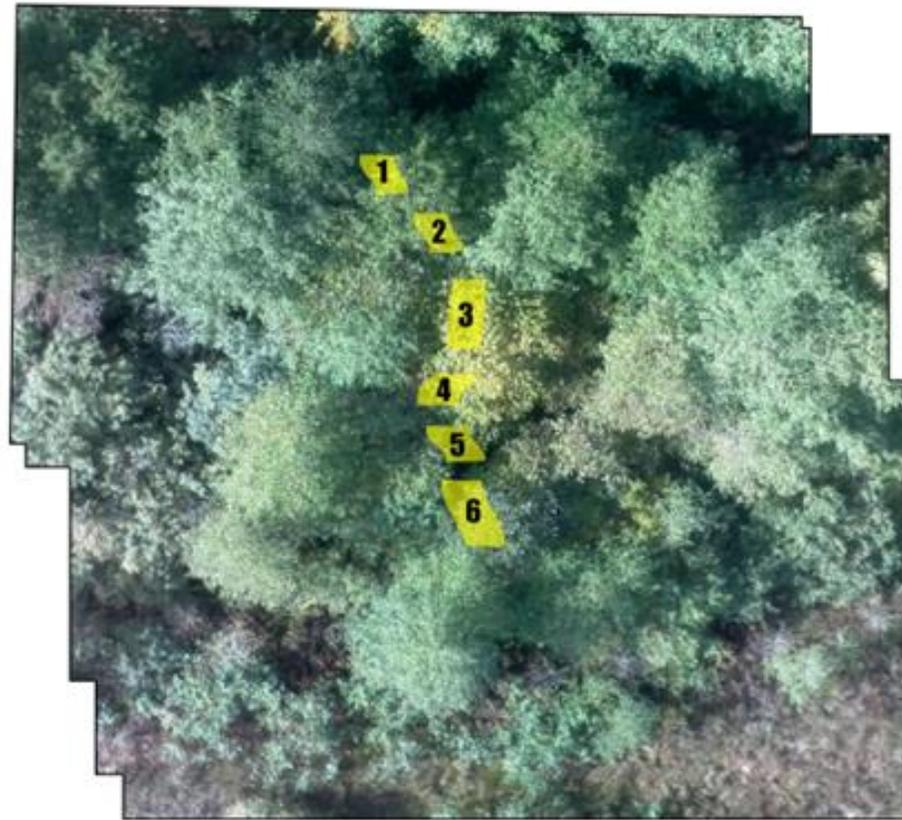
Видеоспектральный  
комплекс (ВСК)

Характеристика ФСР-02	Значение
Приемник	ПЗС-линейка
Оптическая схема	Роуланда с вогнутой решеткой
Спектральный диапазон	400 – 900 нм
Спектральное разрешение	4,3 нм
Поле зрения спектрометра	1.4×0.8°
Частота регистрации	10 спектров/с
Управление	от компьютера

Характеристика ВСК	Значение
Спектральный диапазон	350 – 935 нм
Спектральное разрешение	4 нм
Поле зрения спектрометра	1.2×0.7 градуса
Разрешение камеры	1920×1080 пк
Поле зрения камеры	15×27 градусов
Время автономной работы	более 4 ч

# Формирование фото-спектральных данных

- Расчет положения итогового поля зрения спектрометра ВСК при помощи сшивки двух изображений (OpenCV), соответствующих началу и окончанию регистрации спектра
- Обработка данных с целью формирования файлов со спектрами и их метаданными в формате JSON и изображениями с привязанными полями зрения спектрометра



# Съемка ельников при помощи БЕКАС



Борисовское лесничество, Беларусь



Неманичское лесничество, Беларусь

Высота полета: 150 м

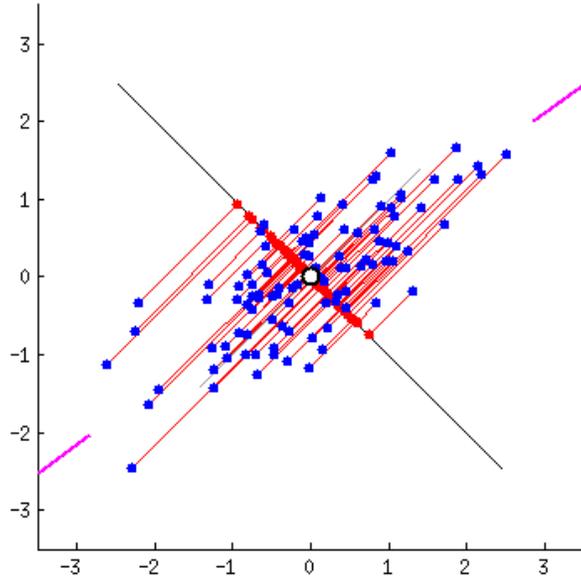
Дата съемки: 29.08.2024

Облачность: 0 баллов

Синхронная наземная  
съемка молочного стекла

Зарегистрировано: более  
8500 спектров

# Метод главных компонент (PCA)

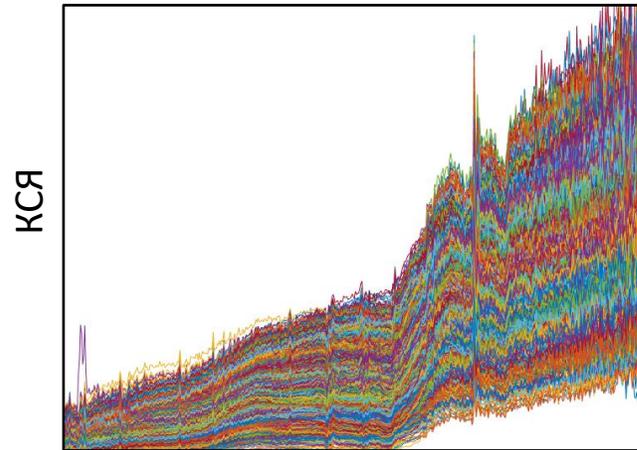


## Преимущества PCA

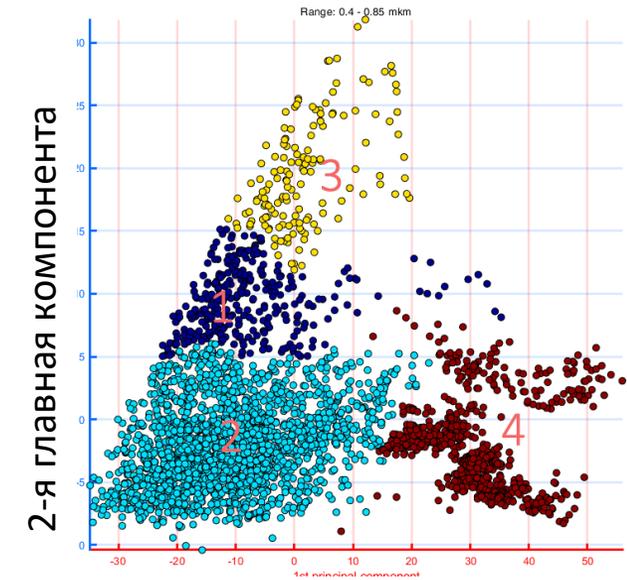
- Сокращение размерности
- Извлечение признаков
- Снижение шума
- Визуализация
- Улучшение производительности моделей машинного обучения

Переход от представления данных в виде спектров к представлению данных в координатах PCA

3,5 тыс. спектров КСЯ БЕКАС



Длина волны



1-я главная компонента

Первые две главные компоненты описывают 96% дисперсии выборки

# ПО для анализа спектров

SpectraClassifier

File Coordinate Options Language / Язык

Control panel

Change data Start Classify selected Restart Select all and classify

Data transform

do nothing  
 normal to 1st component  
 without 1st component

Data preprocessing

do nothing  
 make similar signal level  
 centering+standartization

Cluster count: 6

ward

Linkage

seuclidian

Dist

Search (enter+classify)

OK

Show image

classification quality

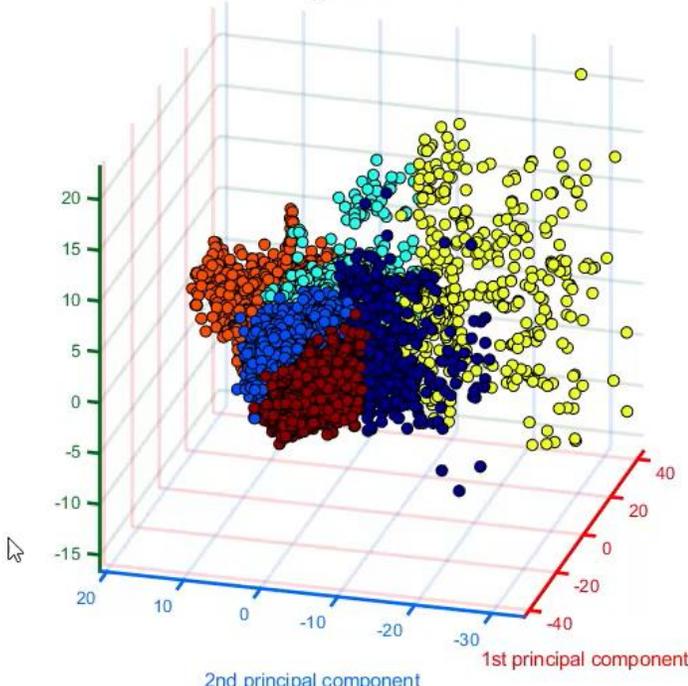
Index NDVI

Pure Classify

Compare

Diagramm of spectra

Range: 0.4 - 0.85 mkm



20 15 10 5 0 -5 -10 -15

20 10 0 -10 -20 -30

40 20 0 -20 -40

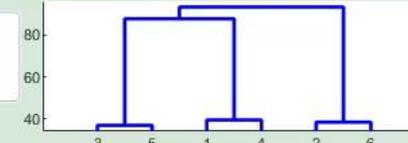
1st principal component

2nd principal component

Message panel

1. Use "Select Spectra Tool" to select spectra
2. Push "Classify selected" button

Save selected to Json's



80 60 40

3 5 1 4 2 6

full size

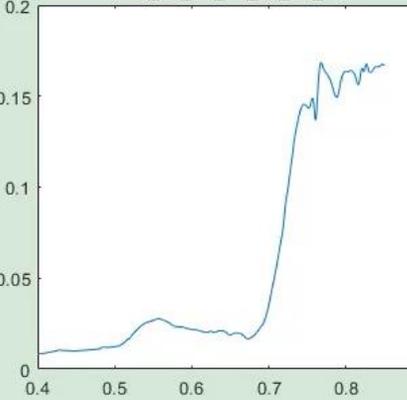
Image

2024\_08\_29\_14\_03\_26\_831-f



Spectral curve

2024\_08\_29\_14\_03\_26\_831

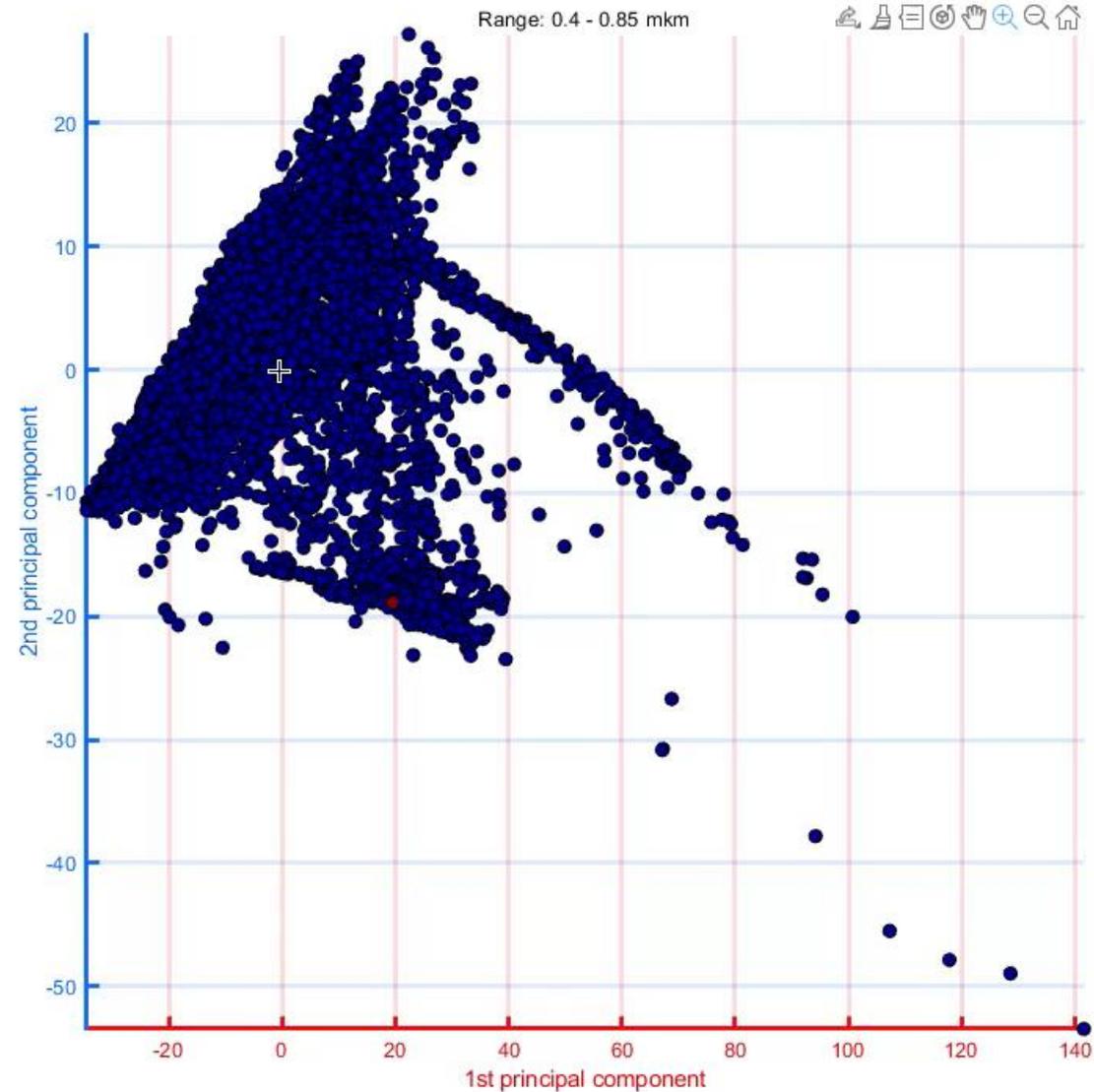


0.2 0.15 0.1 0.05 0

0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9

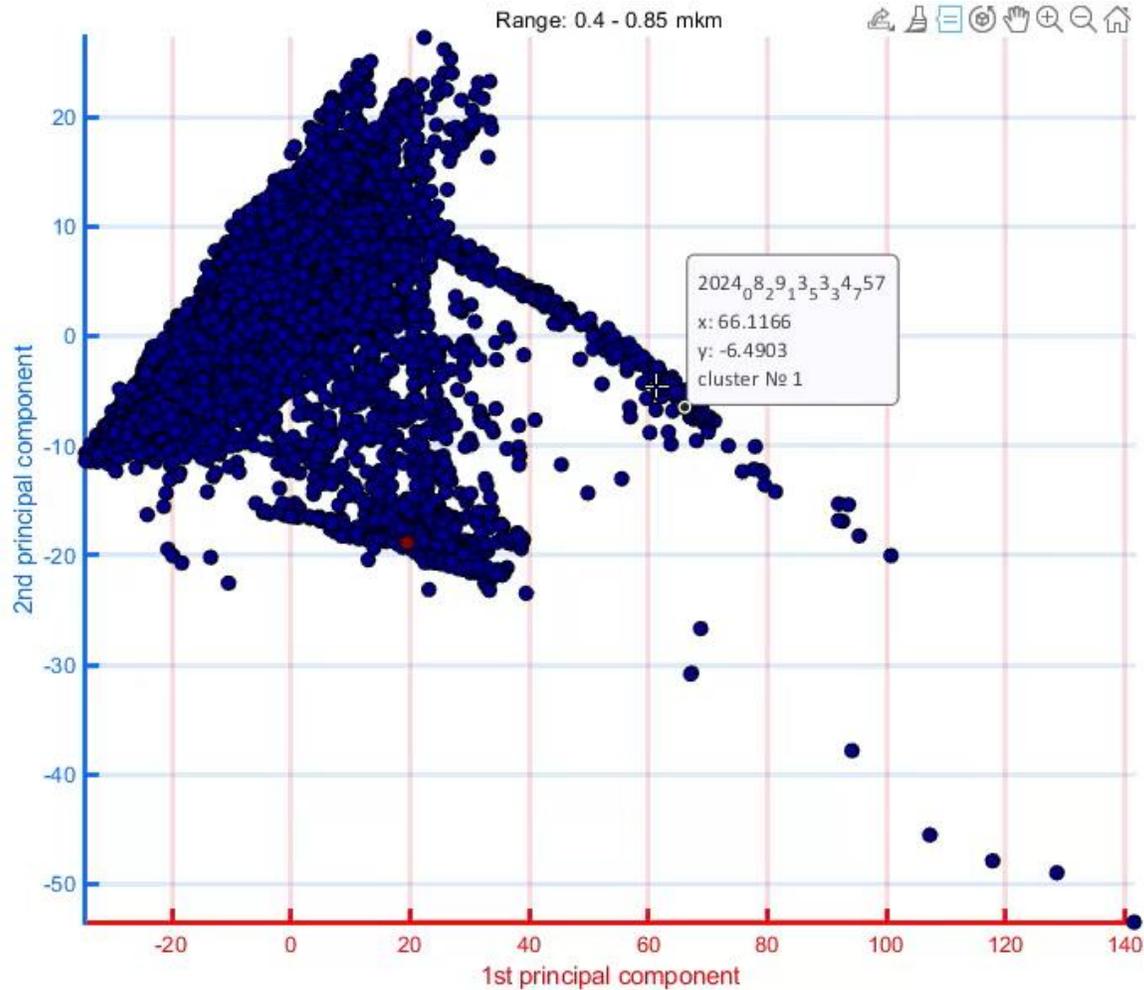
wavelength. mkm

# Полученные спектры КСЯ в пространстве главных компонент



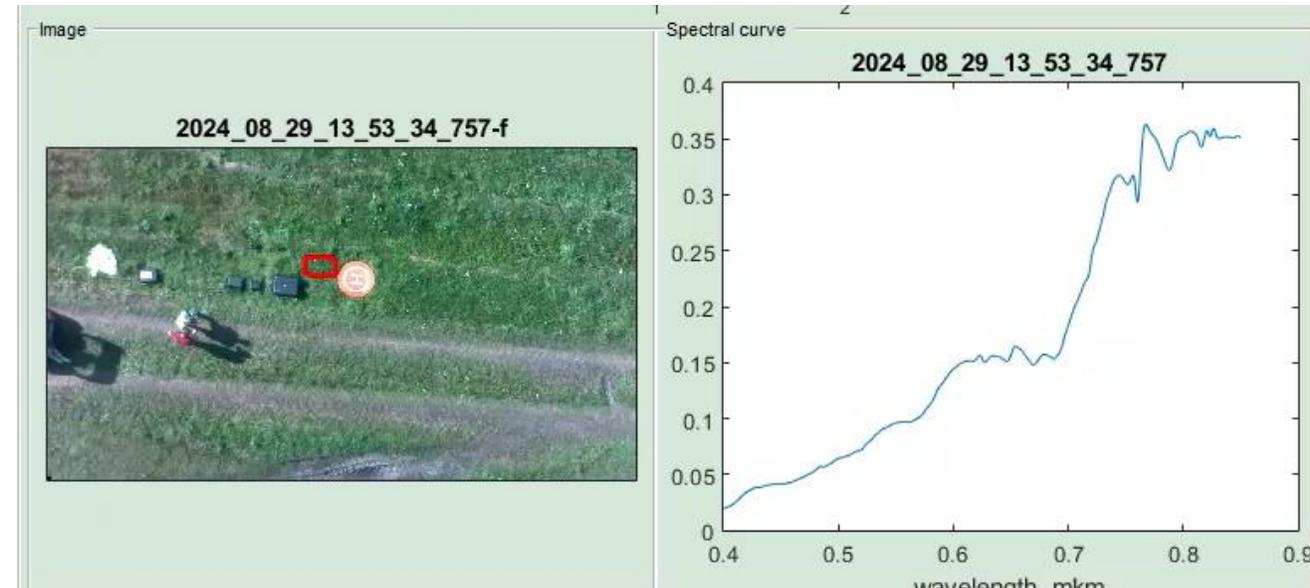
8500 спектров

# Полученные спектры КСЯ в пространстве главных компонент

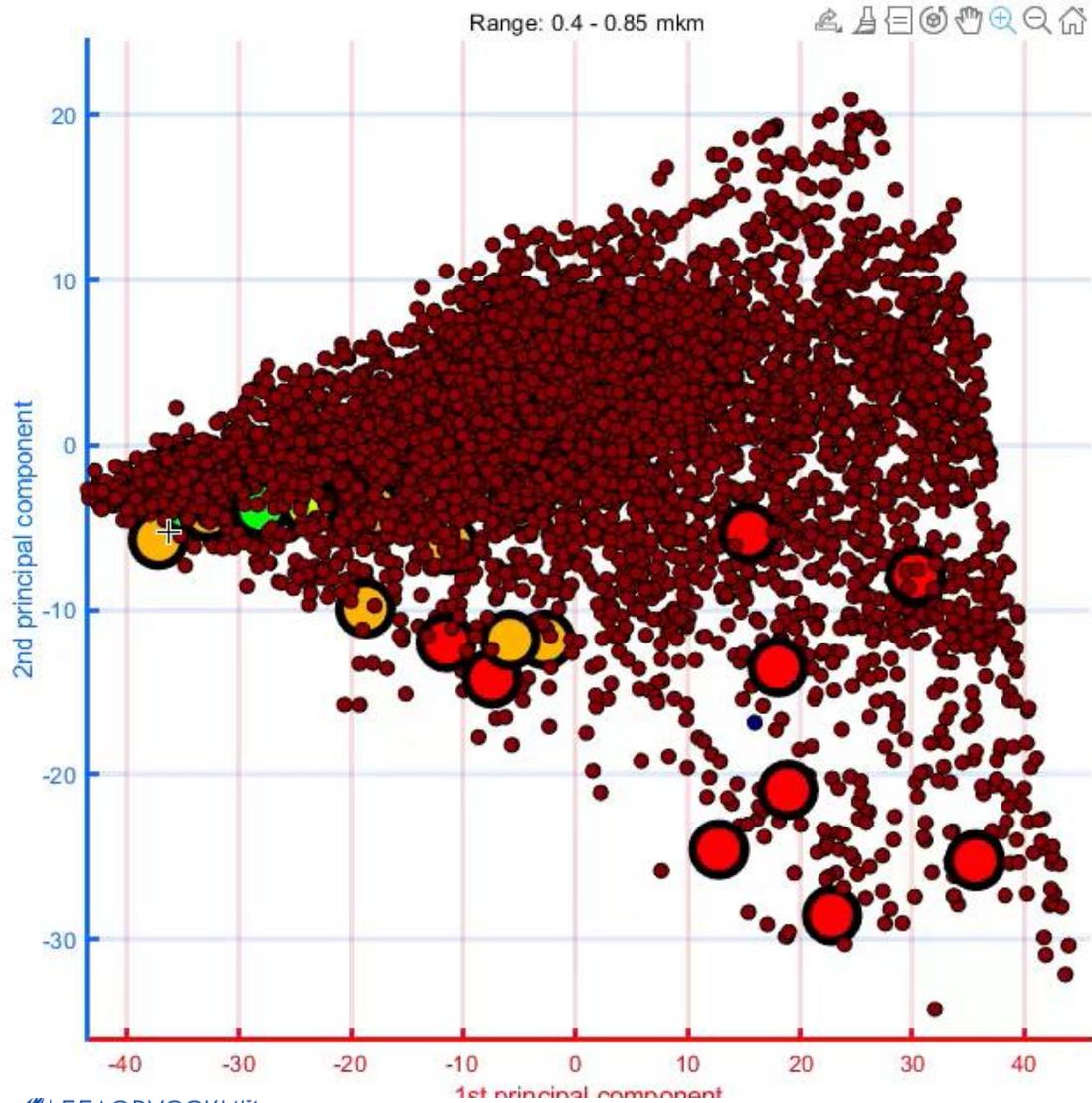


Каждой точке соответствует:

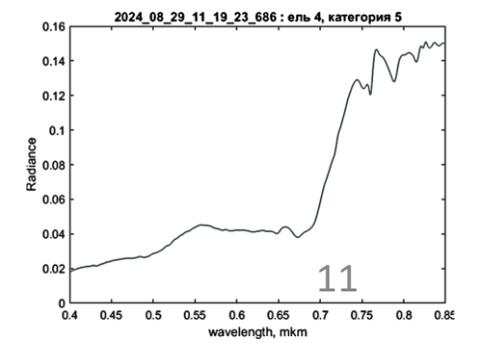
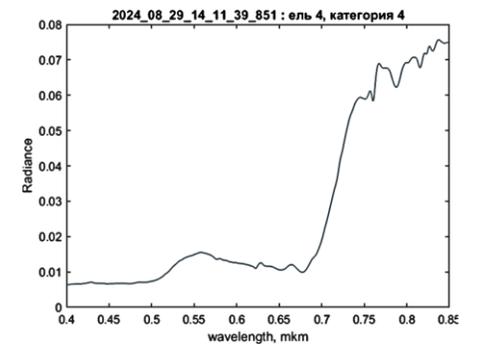
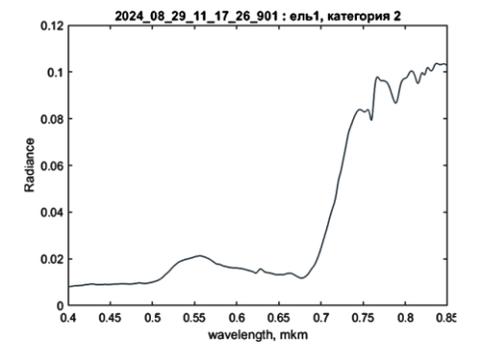
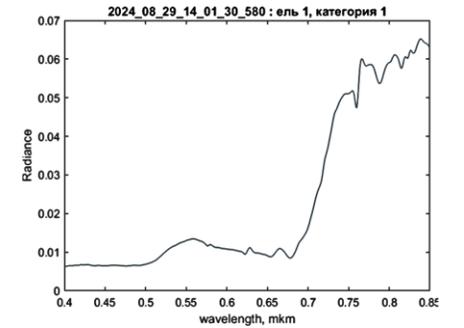
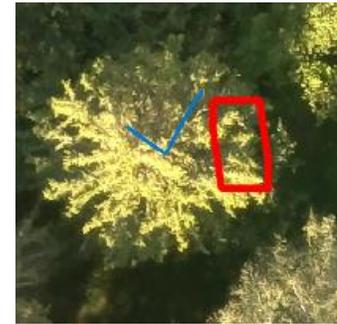
- изображение с отмеченным красным цветом полем зрения спектрометра
- спектр КСЯ



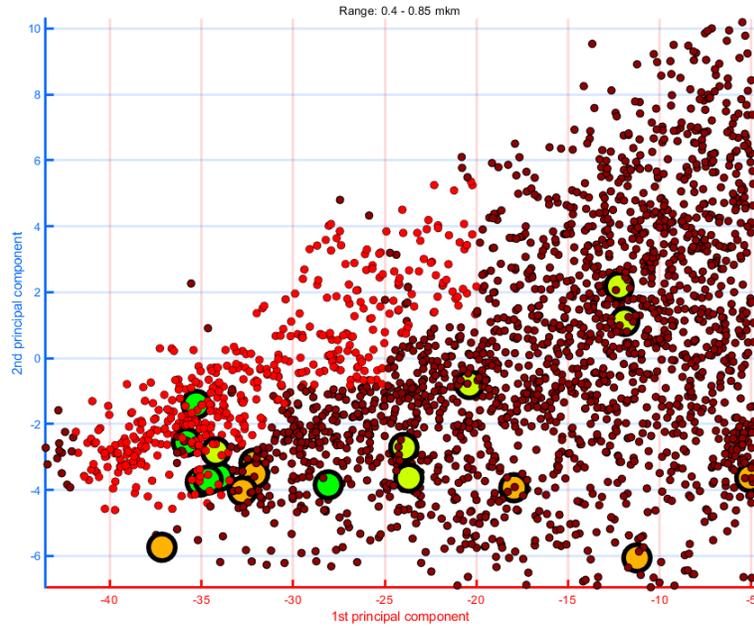
# Классификация лесопатологом



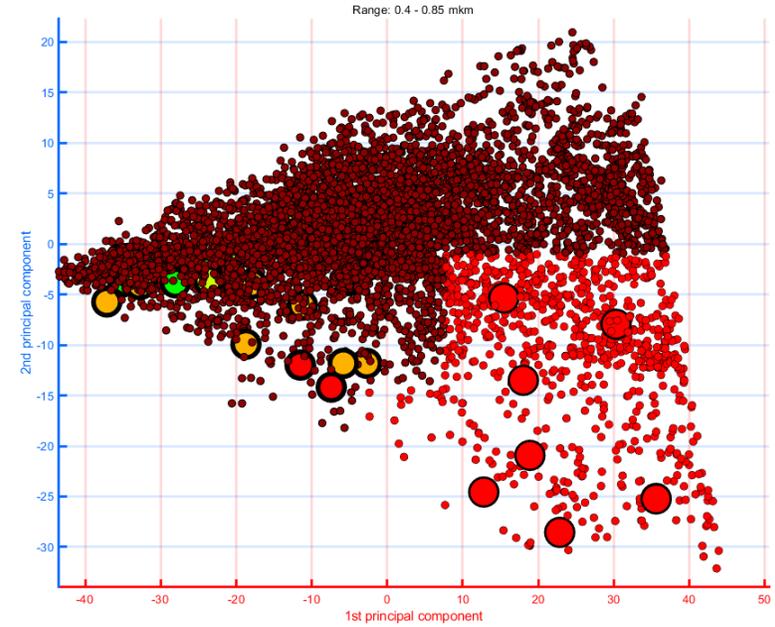
категория здоровья



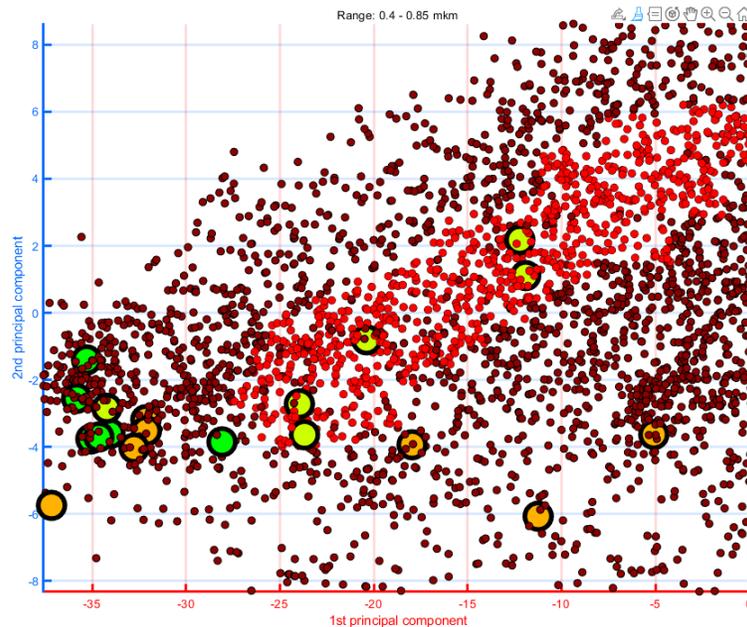
# Обучающая выборка №1



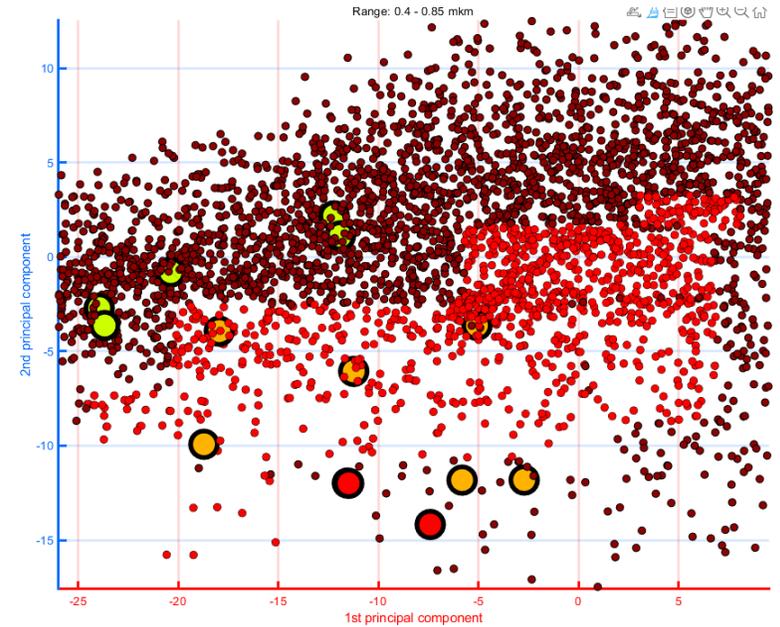
1



5

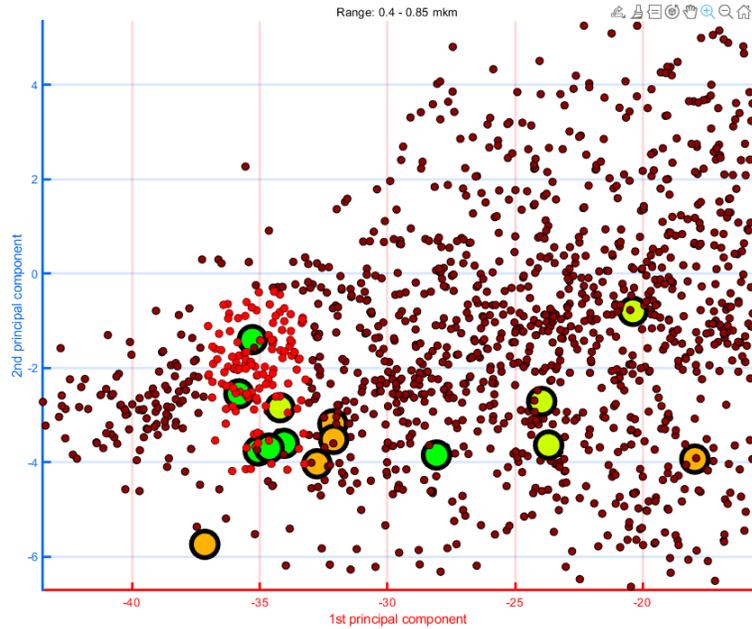


2

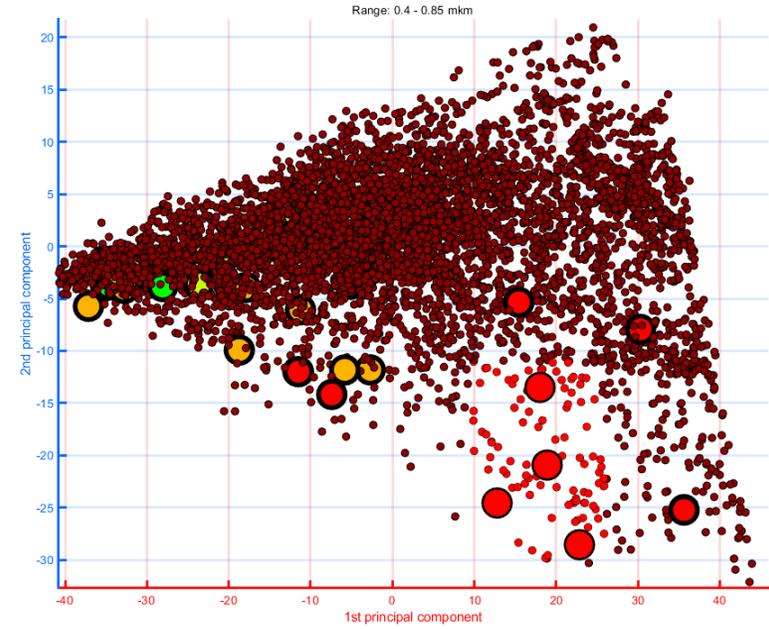


4

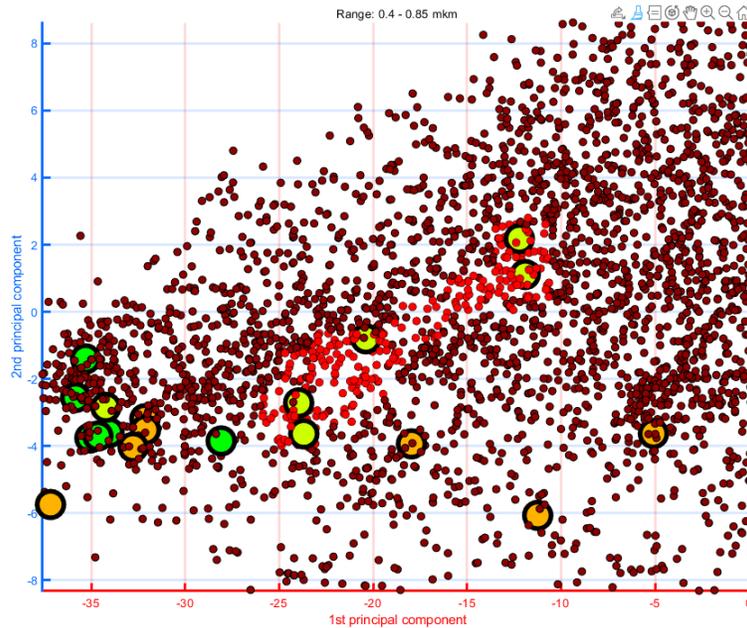
# Обучающая выборка №2



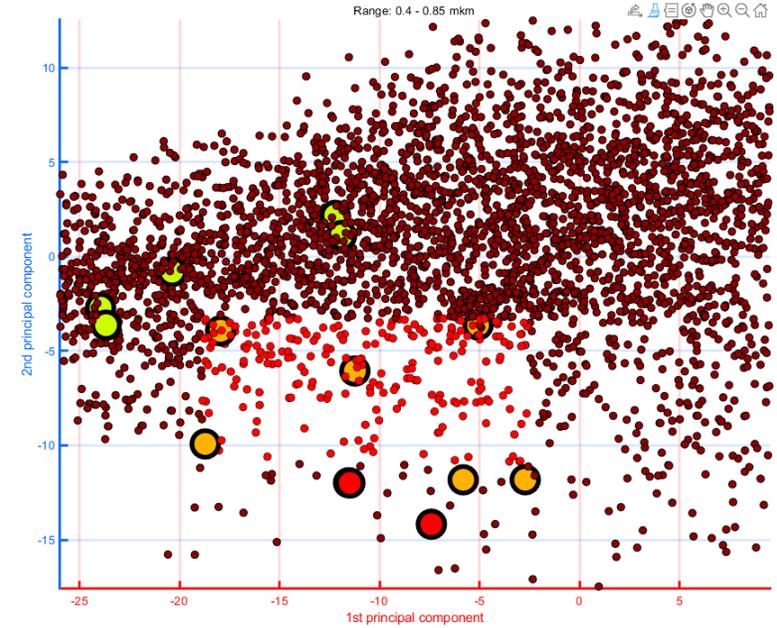
1



5

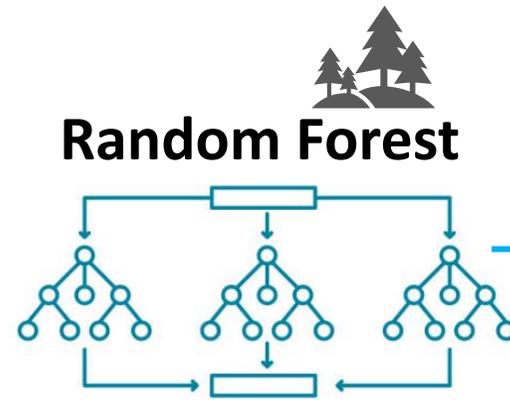
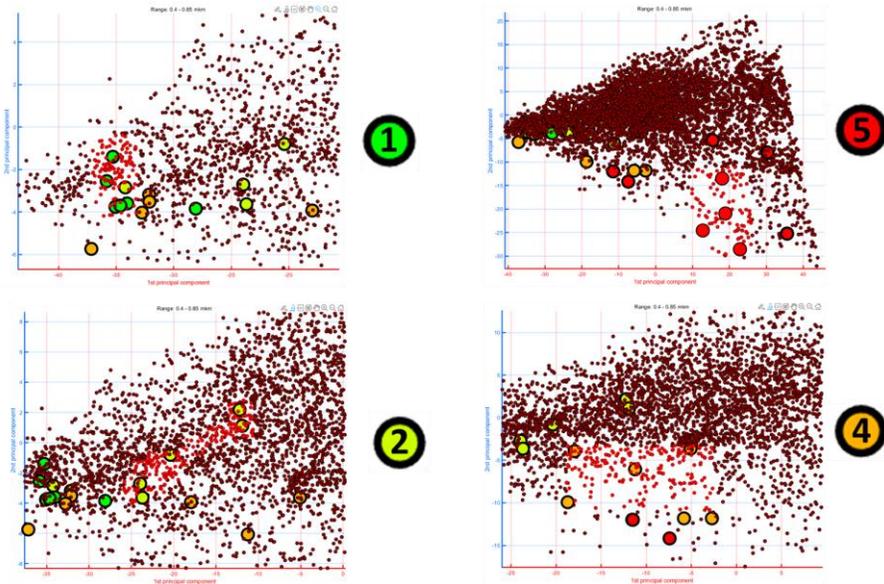


2



4

# алгоритм машинного обучения Random Forest



Определение  
значимости  
признаков

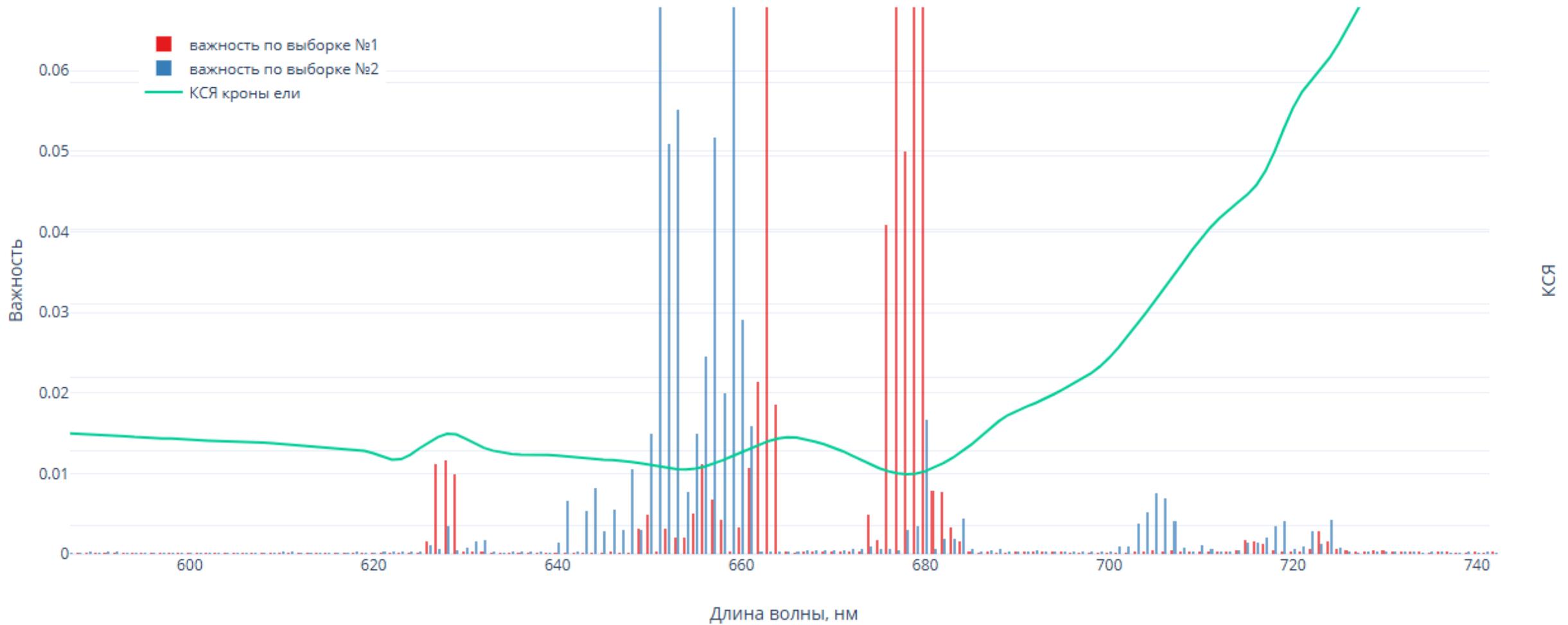
Обученный  
классификатор

# Значимые спектральные диапазоны



КСЯ

# Значимые спектральные диапазоны



625 – 630 нм

650 – 665 нм

675 – 685 нм

715 – 725 нм

# Выводы

Представлены результаты нашей первой попытки по выделению значимых спектральных интервалов для раннего обнаружения еловых усыханий при помощи описанной аппаратуры и методов

Это апробация метода, для его улучшения требуется как минимум:

- повысить точность собираемых спектральных данных. Для этого БПЛА должна летать не галсами, а зависать над отмеченными лесопатологами кронами;
- повысить качество пересчета спектральных данных в КСЯ, чтобы избавиться от некоторых артефактов в ИК области;
- опробовать другие методы выделения значимых спектральных диапазонов.

# Спасибо за внимание!



**Институт прикладных физических проблем им. А.Н.Севченко  
Белорусского государственного университета,  
Минск, Республика Беларусь.**

## Отдел аэрокосмических исследований

**Телефон:**

**+375 (17) 396 44 09**

**Электронная почта:**

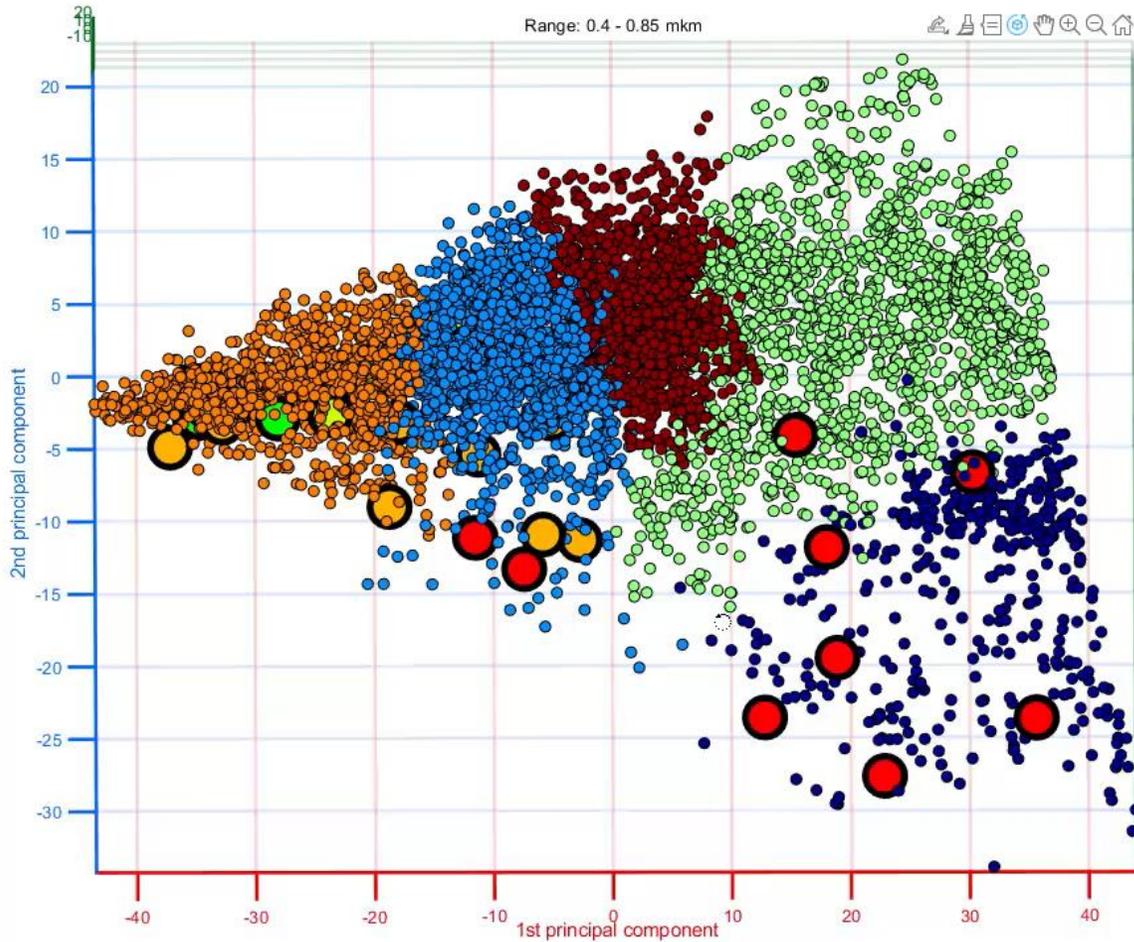
**remsens@mail.ru**

**Сайт:**

**<http://remsens.by>**

# Классификация без обучения

Ward, Seuclidian



NDVI

