

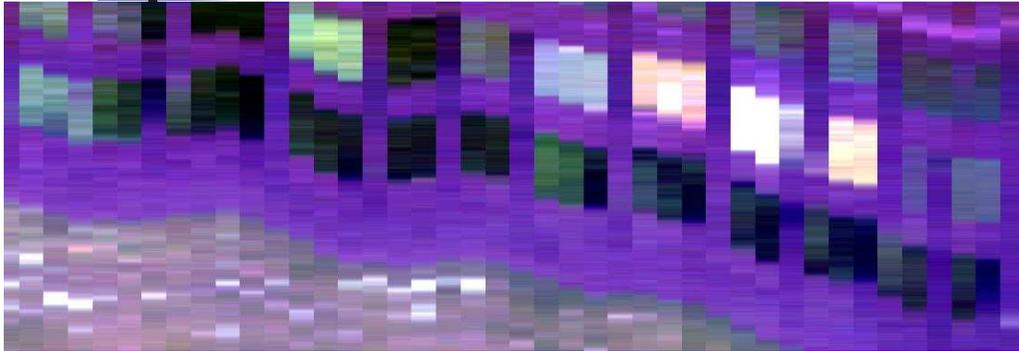
Глубокая обработка данных вертолетного гиперспектрометра АСМГ-М

Балтер Б.М., Балтер Д.Б., Егоров В.В., Белов А.А., Воронцов Д.В., Орлов А.Г.
ИКИ РАН, ЗАО НТЦ "Реагент"

Последовательность обработки для настройки прибора

1. Коррекция геометрии
2. Классификация без учителя: выбор участков
3. Иерархическая система классов
4. Классификация с учителем: карты классов
5. Кривые качества: выбор баланса ошибок
6. Настройка классификации на целевые классы
7. Влияние спектральных и пространственных факторов на качество идентификации классов

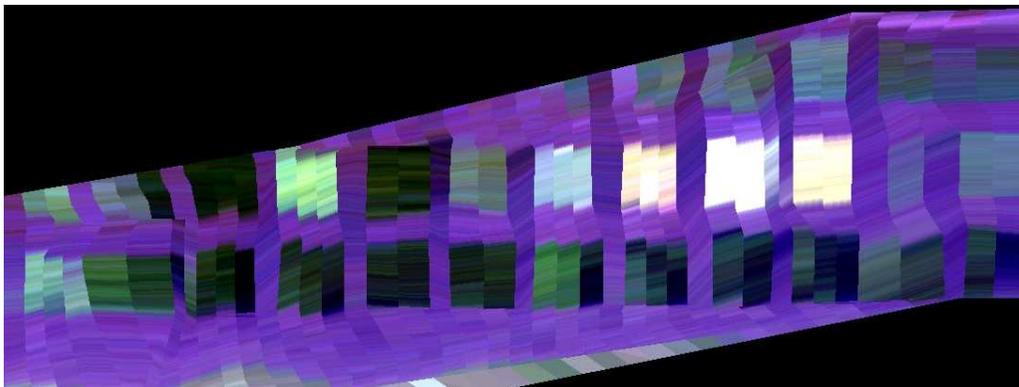
Коррекция геометрии: варианты



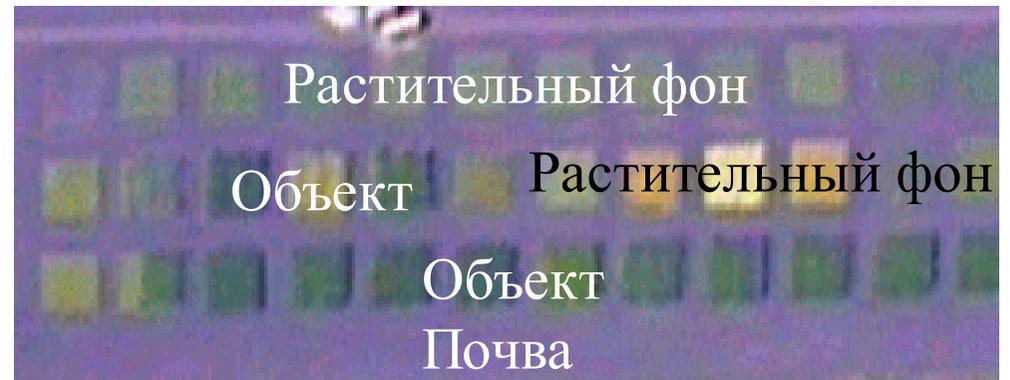
Исходное изображение
RGB = 700, 560, 500 нм



Коррекция по последовательным
снимкам видеокамерой



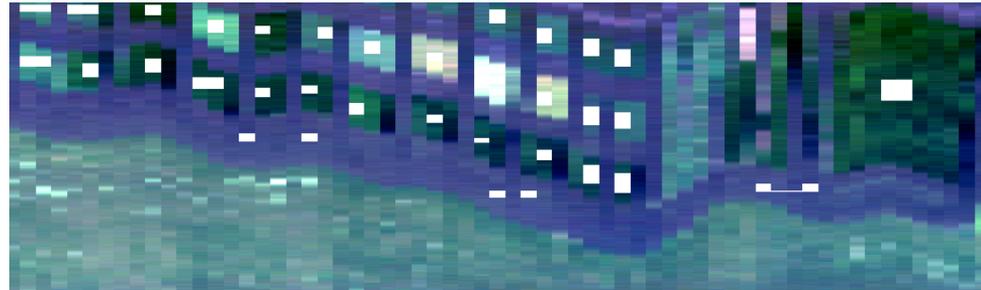
Коррекция по точкам в ENVI



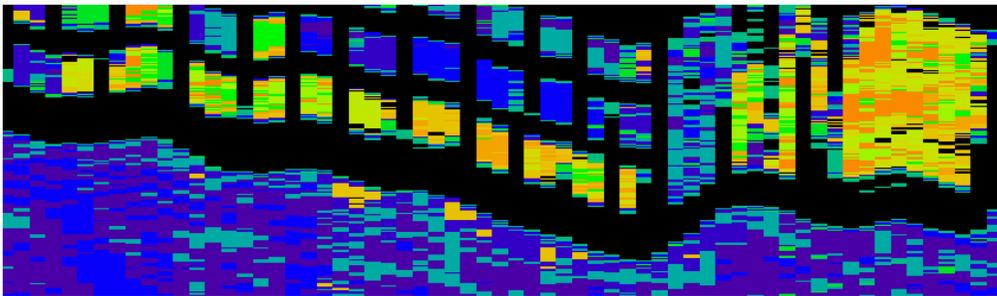
Коррекция по данным GPS:
наложение на видеоснимок

Искажения геометрии затрудняют определение обучающих участков

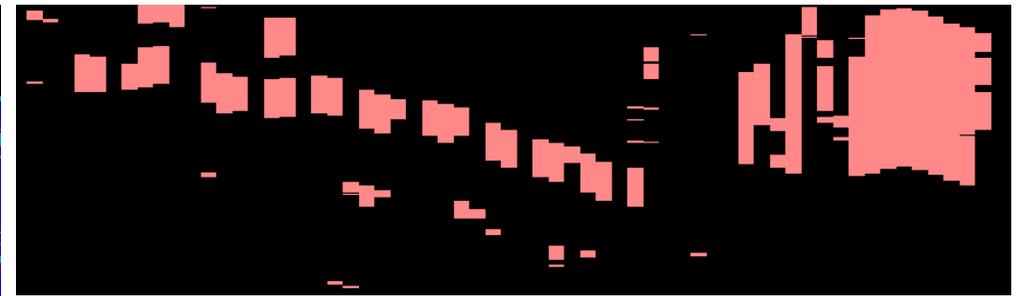
Кластеризация: определение обучающих участков



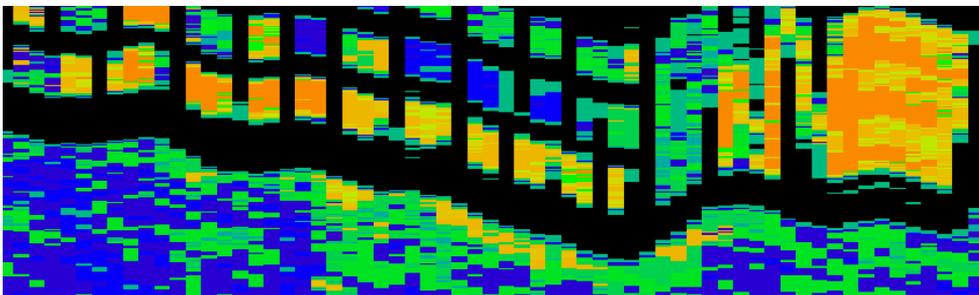
Начальные участки. RGB исходных данных в «естественных» цветах



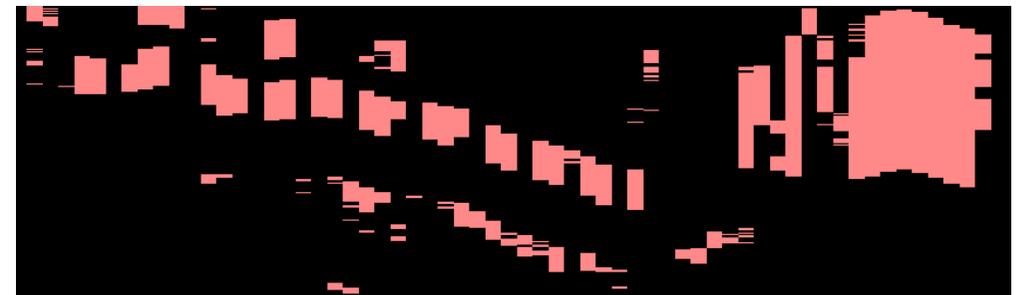
После 1 итерации: 18 классов



После 1 итерации: 2 макрокласса



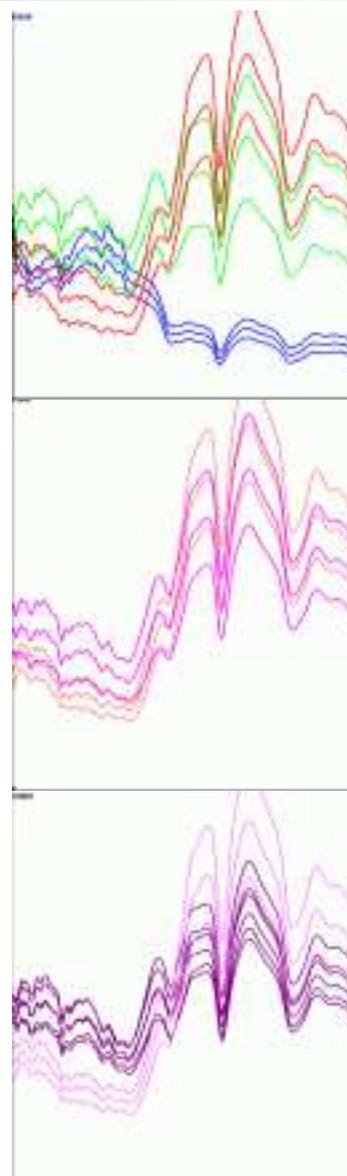
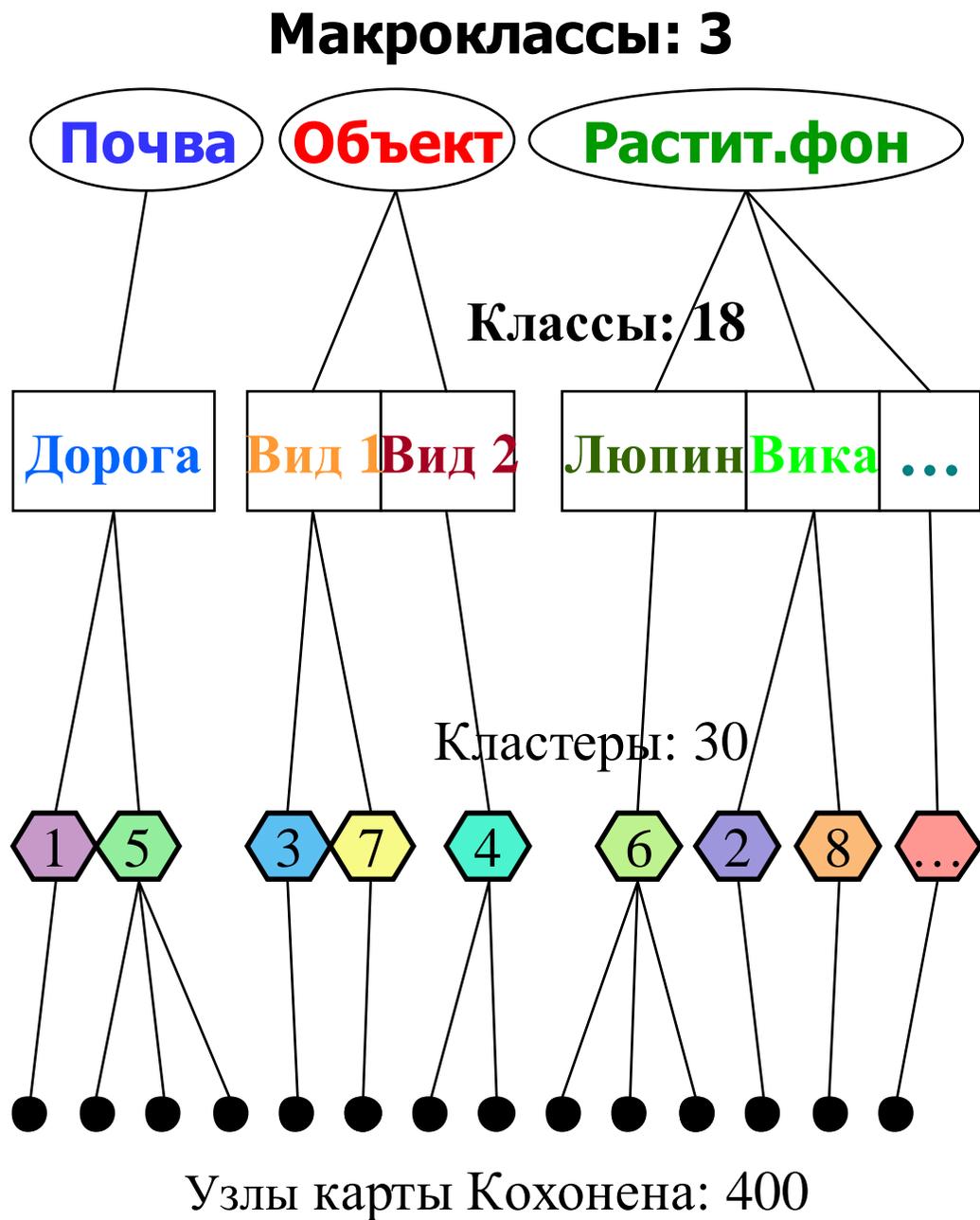
После 2 итерации: 18 классов



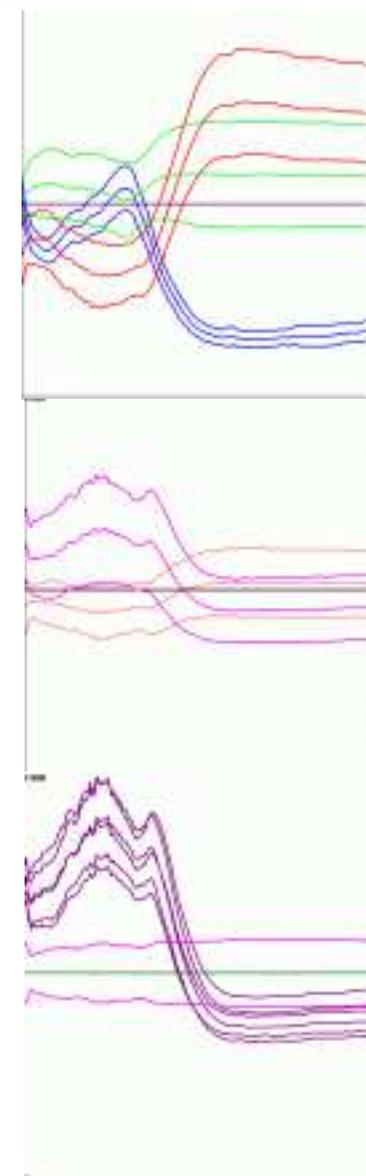
После 2 итерации: 2 макрокласса

Следующая итерация берет данные из ядра кластеров, найденных на предыдущей итерации

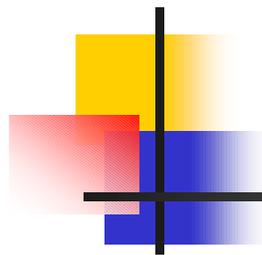
Иерархия классов для кластерного анализа



Исходные спектры классов ± станд.откл.



Спектры классов / спектр надкласса



Иерархическая кластеризация: 3 подхода

Нормировка

Фиксированная

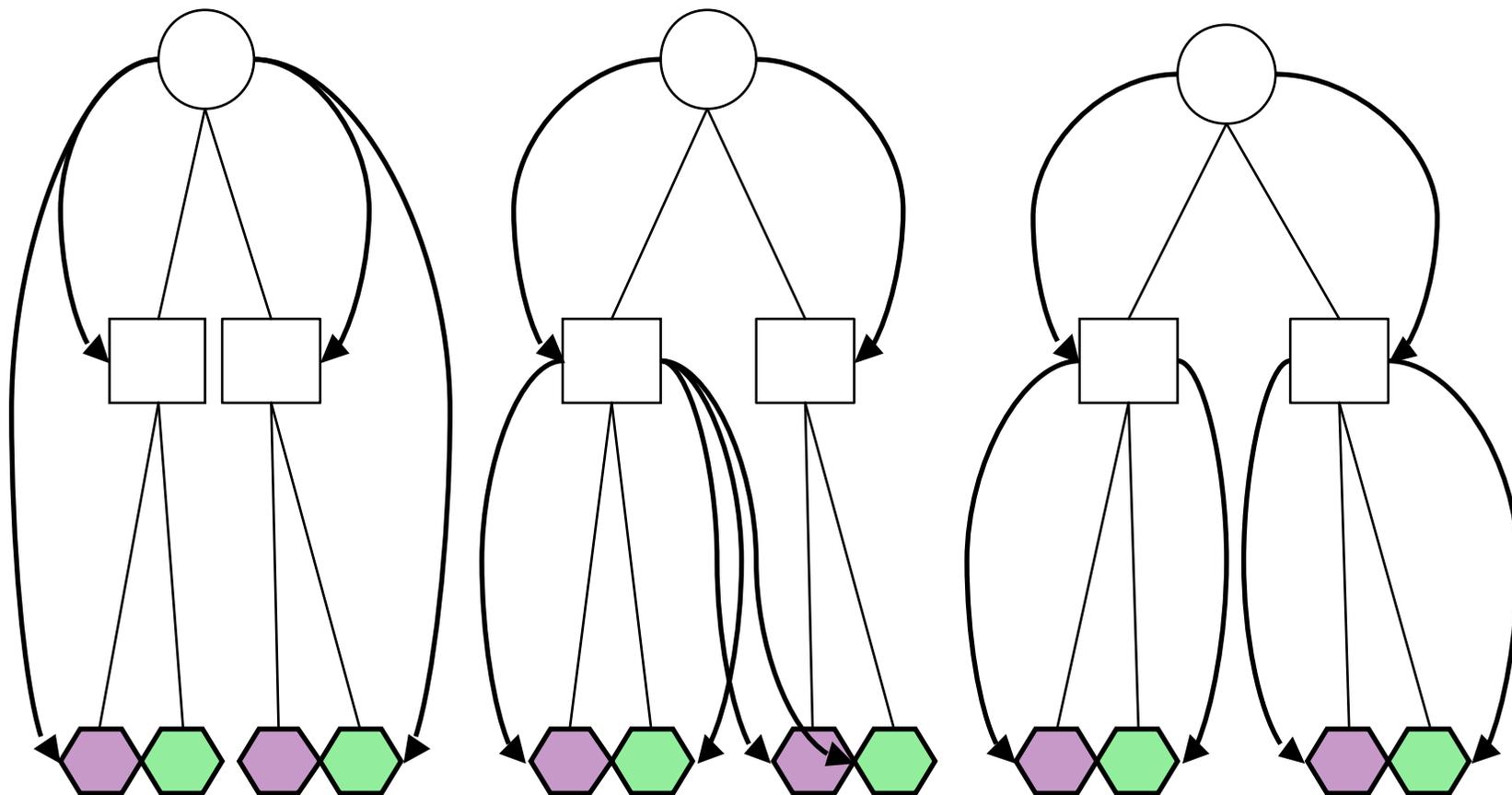
Иерархическая

Адаптивная

Макроклассы

Классы

Кластеры



Стрелки начинаются в классе, спектр которого используется для нормировки, и кончаются в классе, спектр которого нормируется

Иерархическая кластеризация: карты

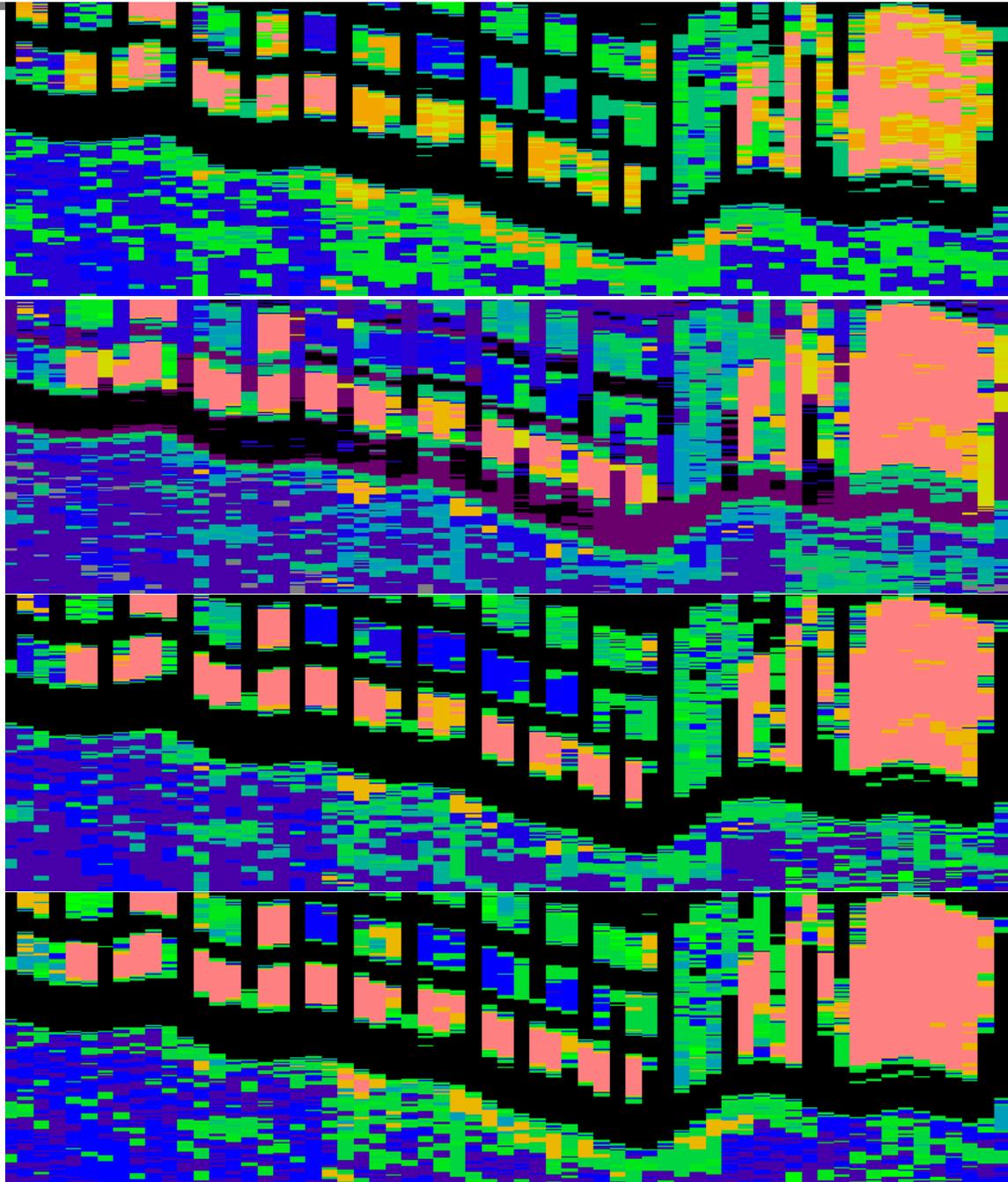
Нормировка:

Шаг 1: нет

Шаг 2: по среднему

Шаг 3: по объекту

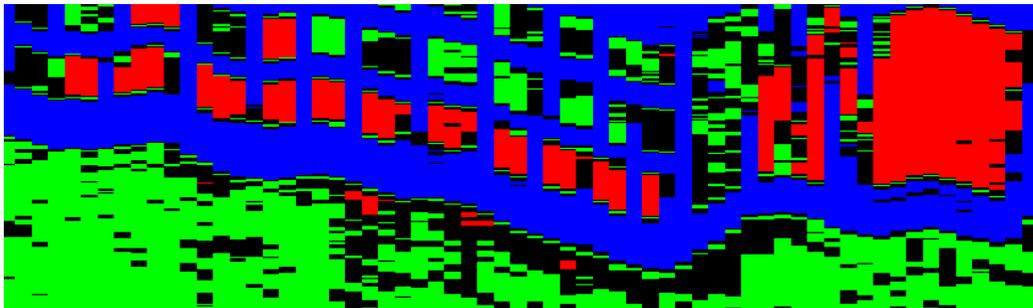
Шаг 4: по подобъекту



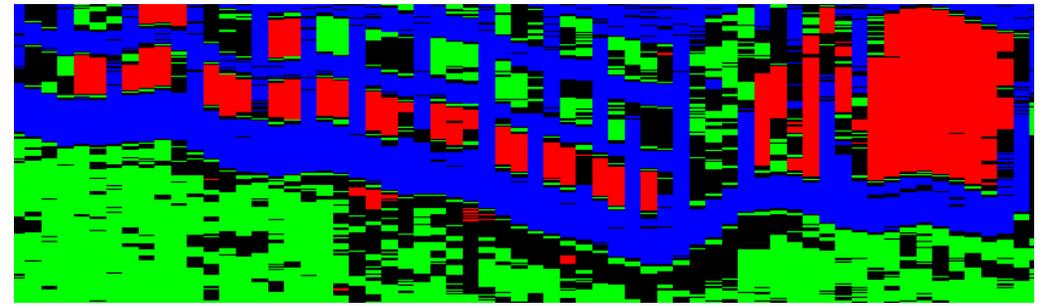
Варианты классификации с обучением:

цель, растительный фон, почва, неизвестно

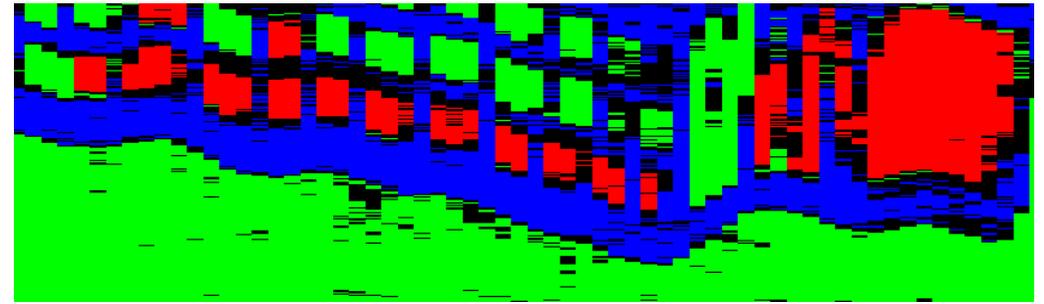
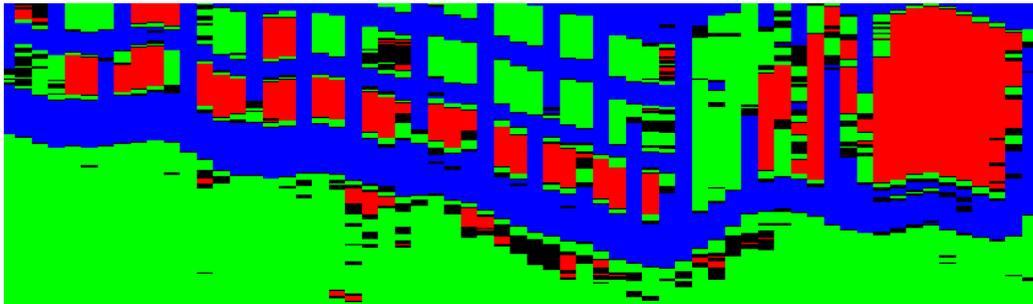
Исходные данные



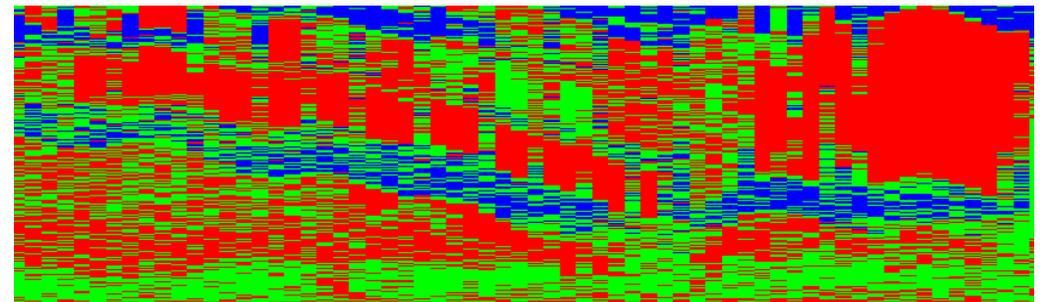
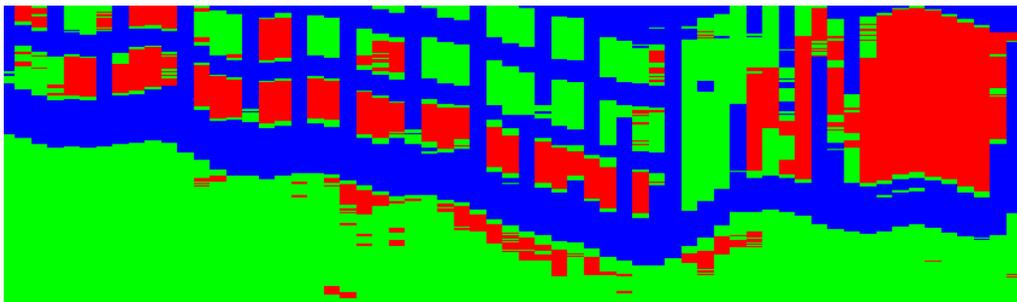
После MNF-фильтрации



Спектральный угол



Нейросеть: радиальные базисные функции



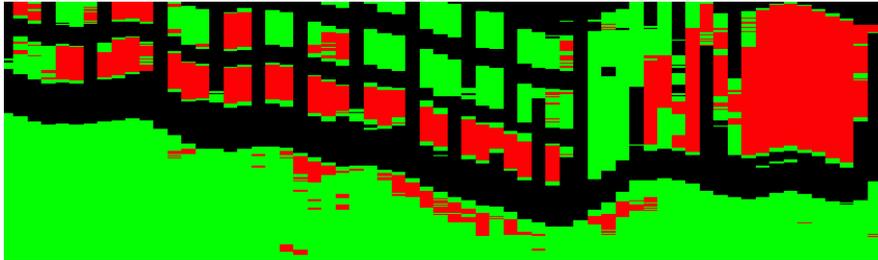
Максимум правдоподобия

Иерархическая классификация с обучением (МП)

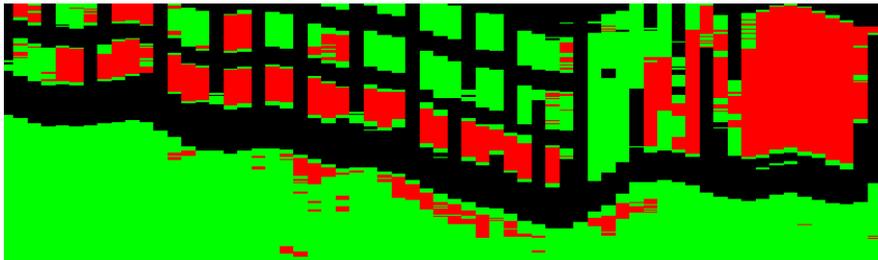
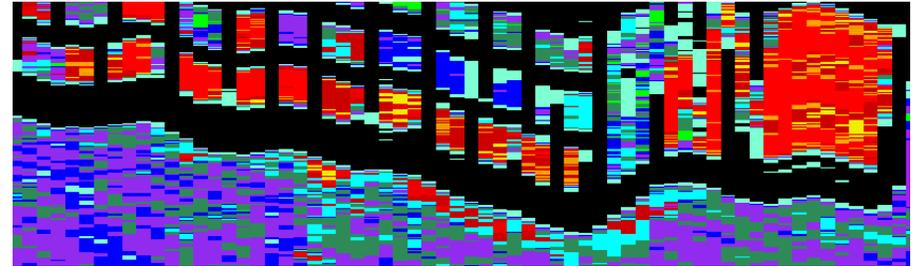
Макроклассы

Нормировка

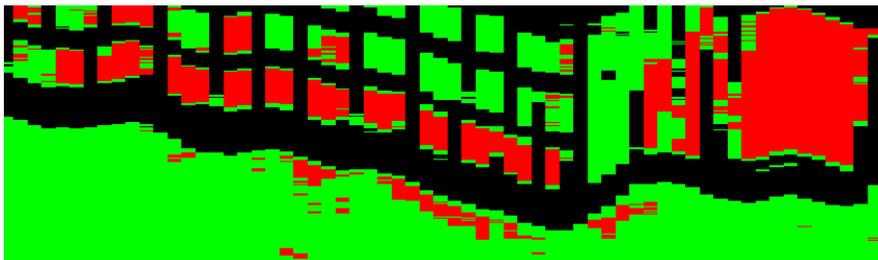
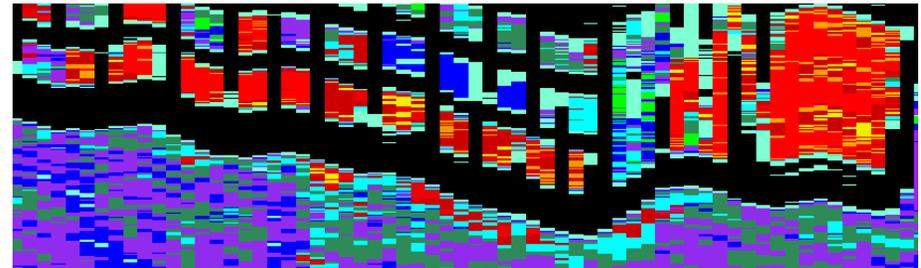
Классы



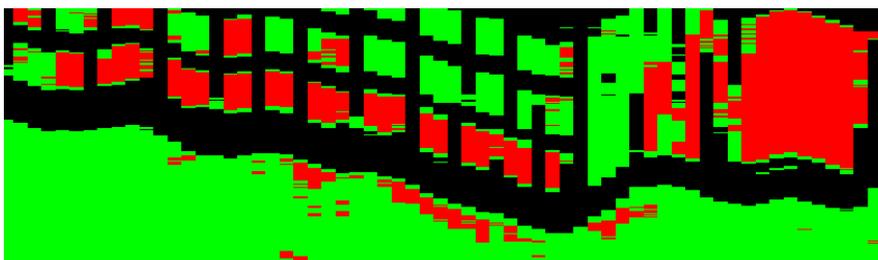
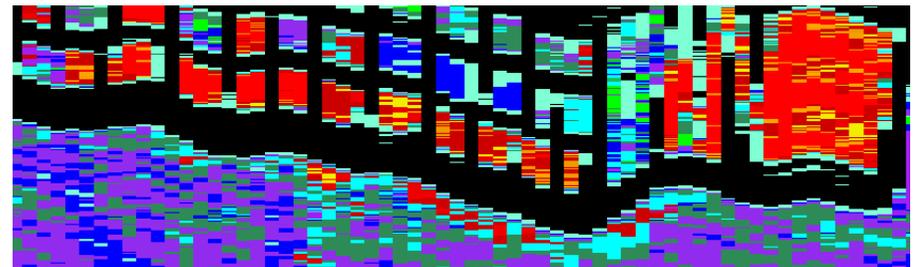
Исходные
данные



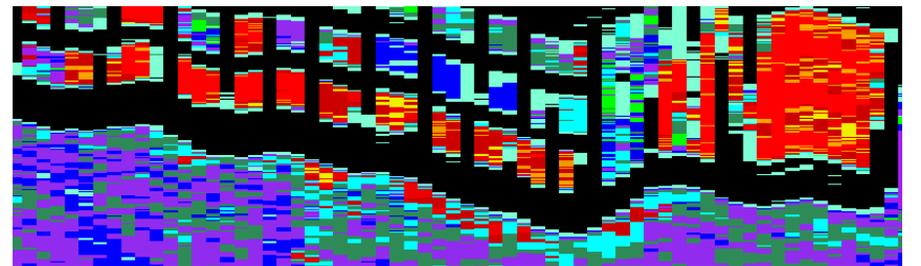
На средний
спектр



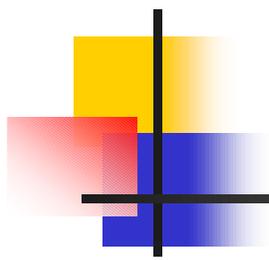
На спектр
объекта



На спектр
подобъекта



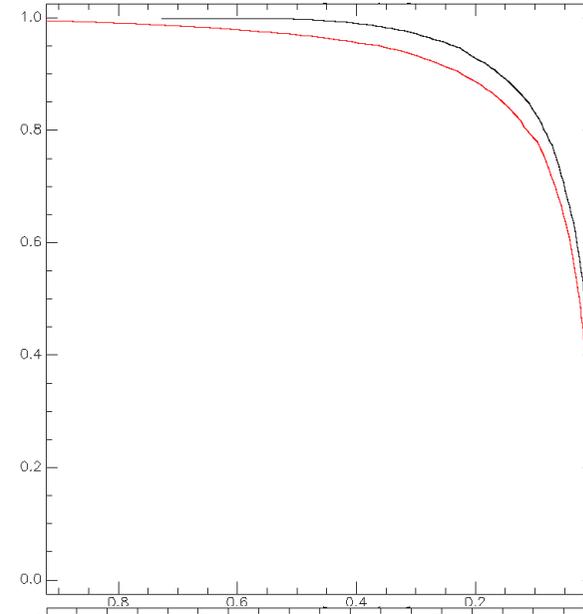
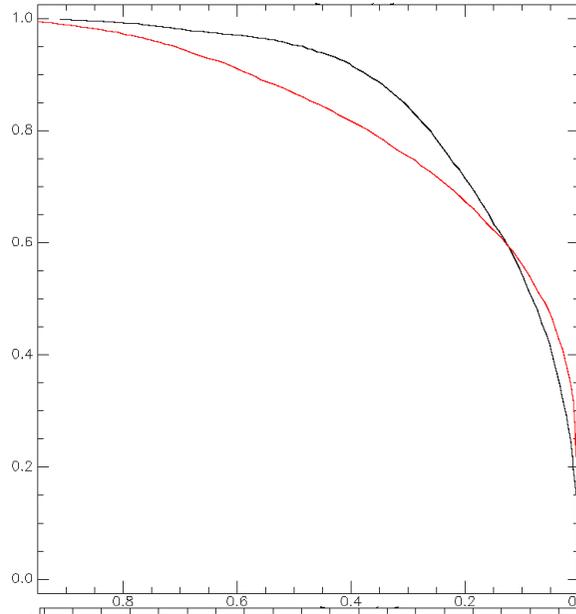
Кривые качества МП-классификации с иерархической нормировкой



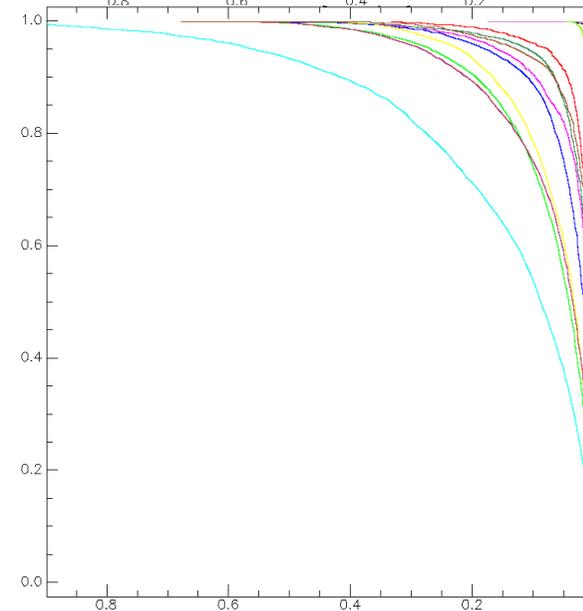
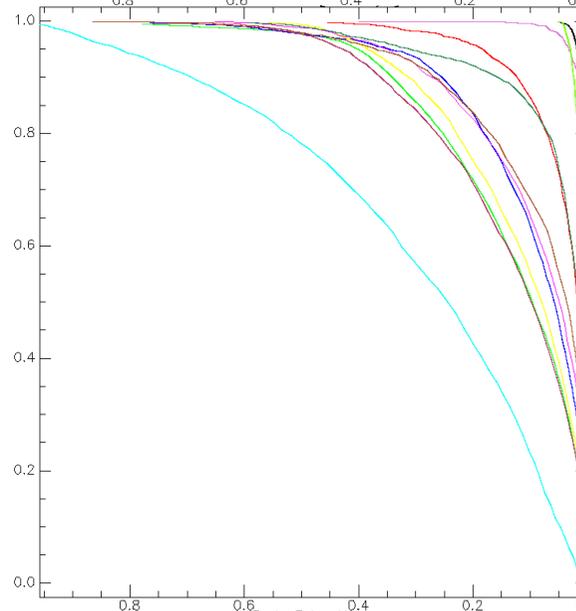
Без сглаживания

Со сглаживанием ± 48 каналов

Макро
классы



Классы
2 уровня

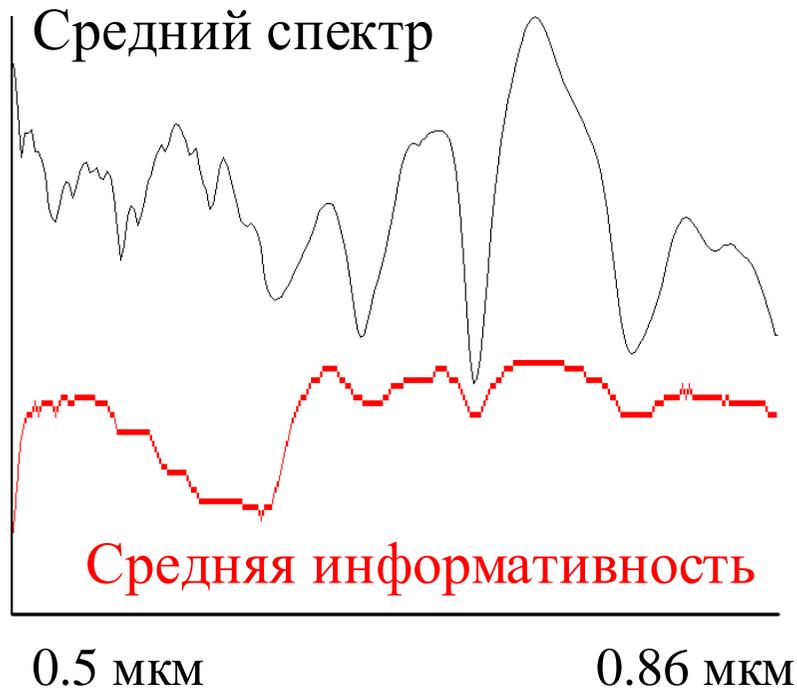
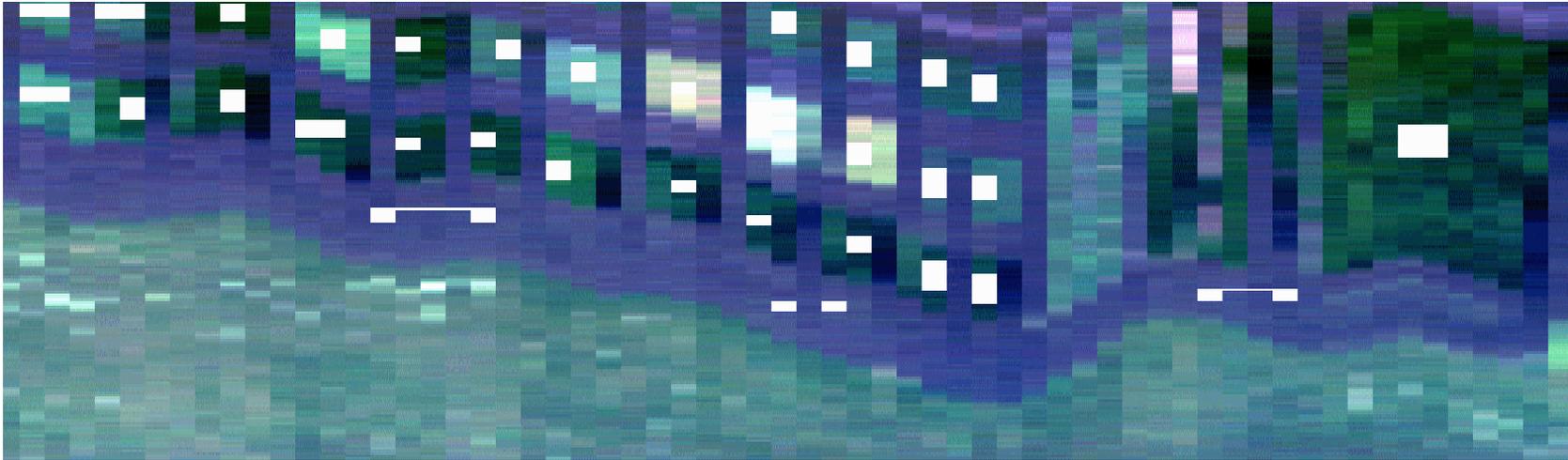


Вероятность обнаружения

Вероятность ложной тревоги

Информативность по пространству и спектру

Пространственная информативность в разных каналах



$$I(Y|X) = (H(Y) - H(Y|X)) / H(Y)$$

$$H(Y) = -\sum P(Y) \log P(Y)$$

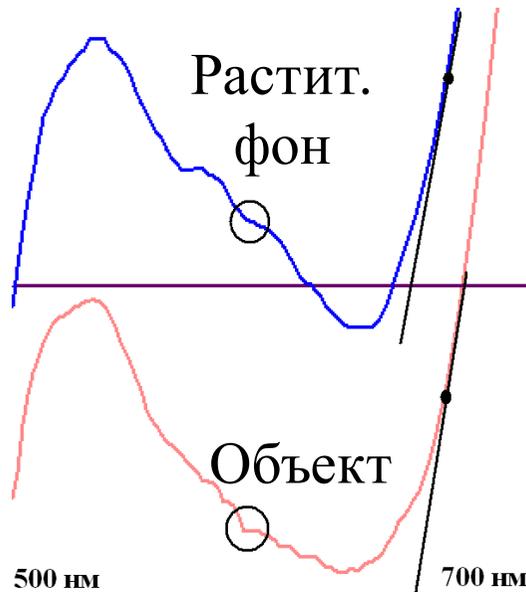
$$H(Y|X) = -\sum P(Y|X) \log P(Y|X)$$

Y и X – точки-соседи

Спектральные особенности объекта

Глубина линии:

$$(\lambda_1 + \lambda_3 - 2\lambda_2) / (\lambda_1 + \lambda_3)$$



Растит.
фон

Объект

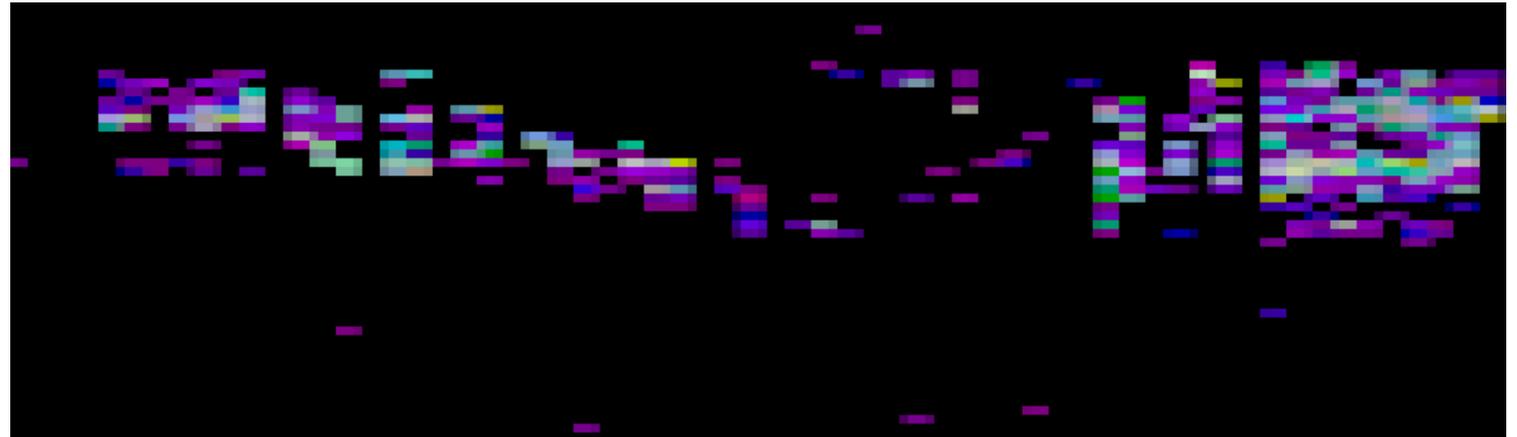
500 нм

700 нм

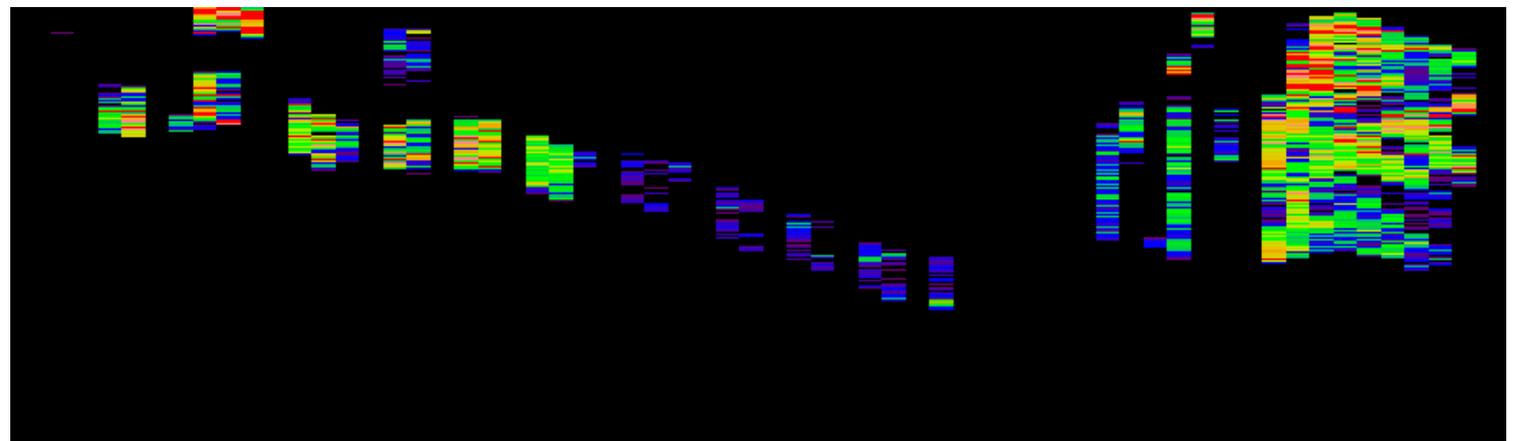
Наклон:

$$(\lambda_1 - \lambda_3) / (\lambda_1 + \lambda_3)$$

Нормировано на
спектр почвы



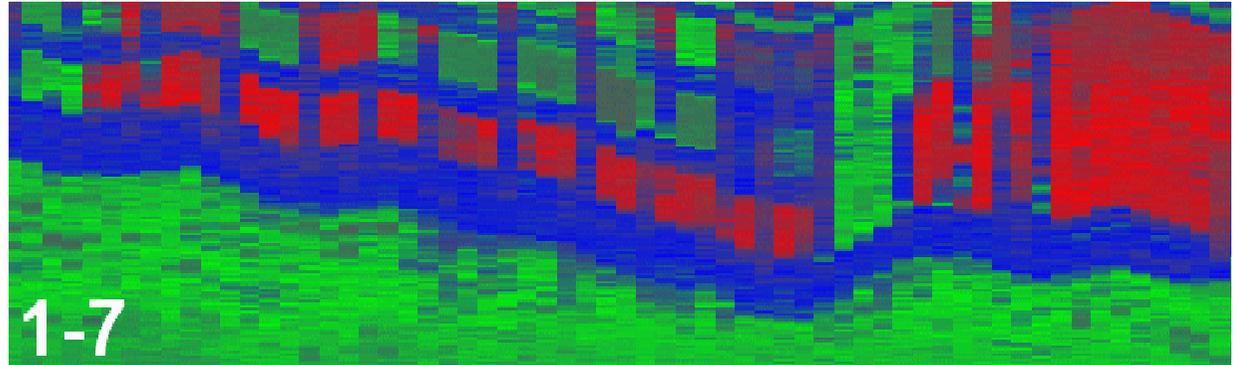
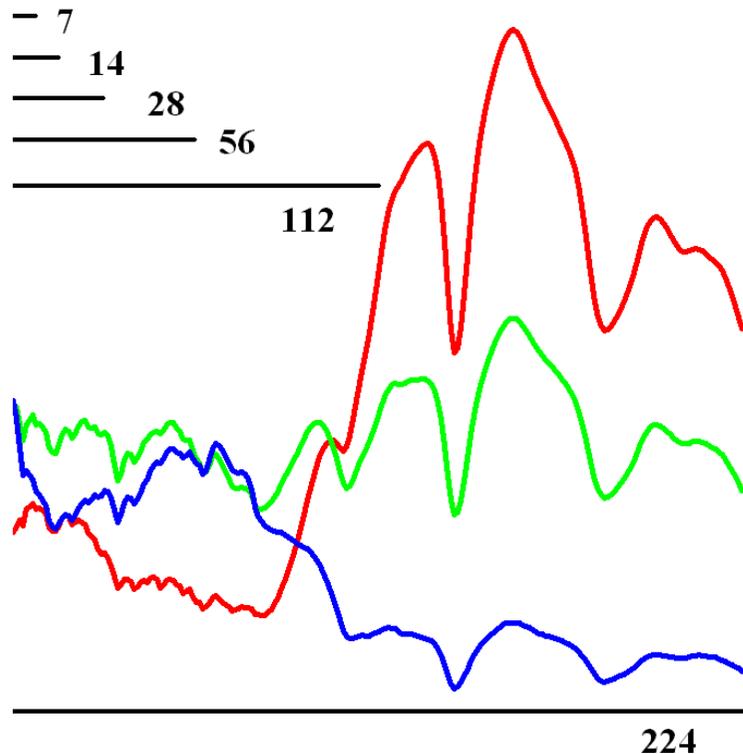
Относительная глубина линии 620 ± 5 нм,
цветокод: 0.06 – 0.12



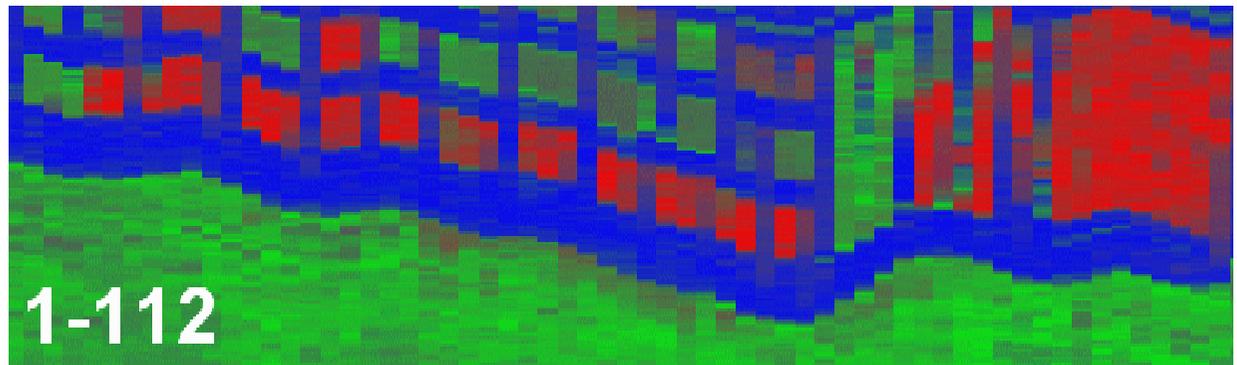
Относительный наклон участка 697 - 705 нм,
цветокод: 0.75 – 0.88

Влияние спектрального интервала на расстояние до образцов макроклассов

Интервал, каналов



Зависимость от ширины интервала



Зависимость от положения интервала

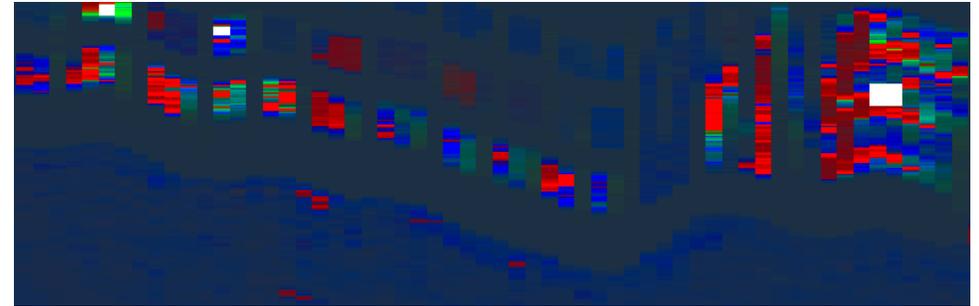
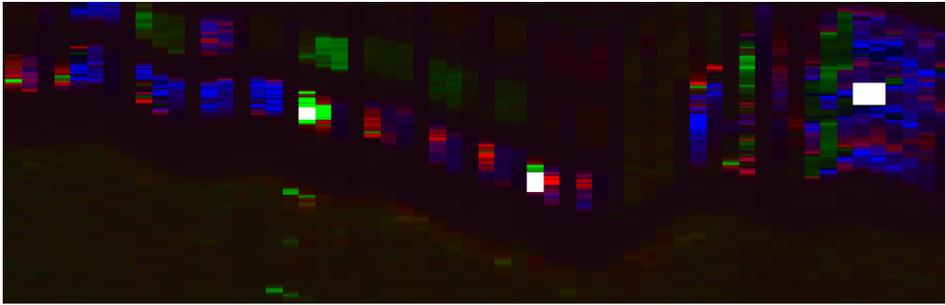
RGB – мера сходства с каждым из 3 классов-образцов:

с **объектом**, с **растительным фоном**, с **почвой**

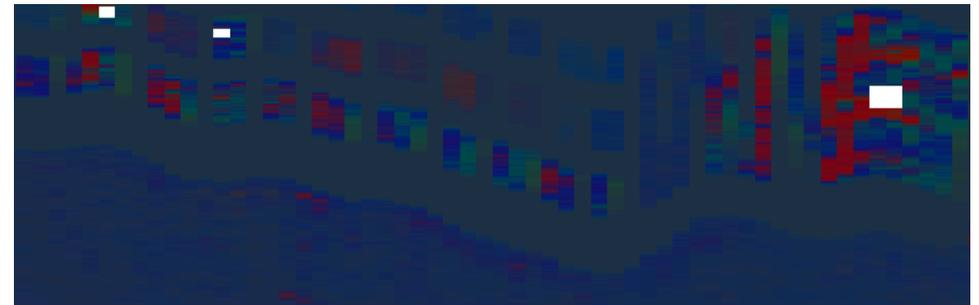
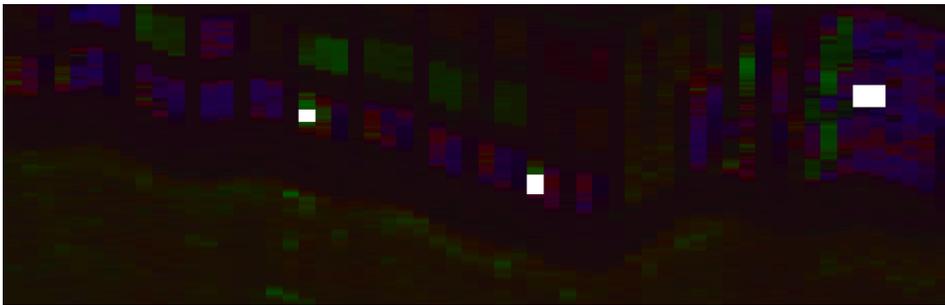
Влияние спектрального разрешения на расстояние до образцов подклассов цели (1)

Первый набор образцов

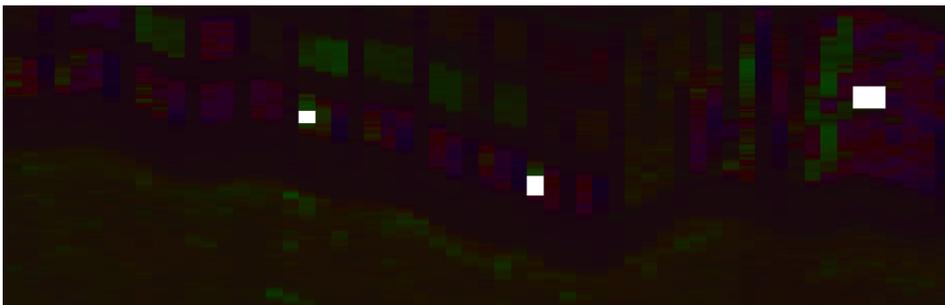
Второй набор образцов



Полное спектральное разрешение



Сглаживание окном 24 канала



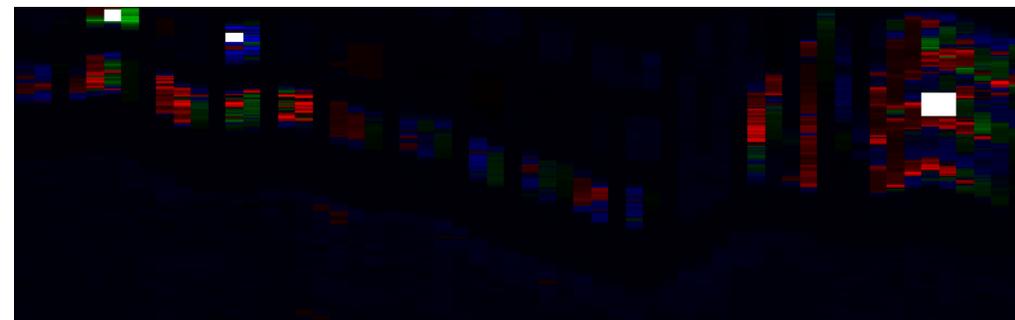
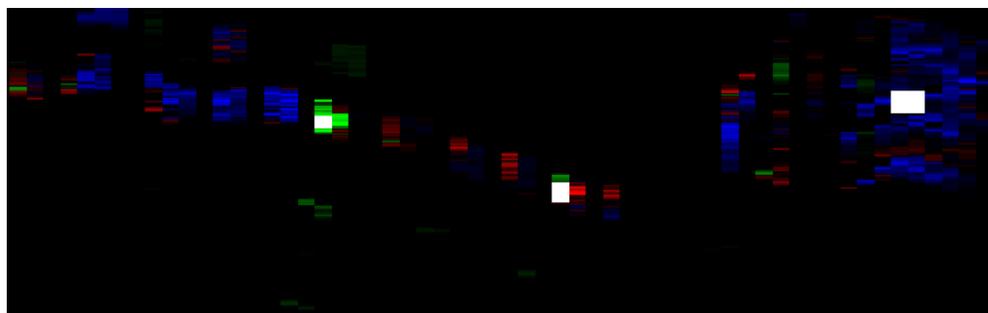
Сглаживание окном 48 каналов

Исходные спектры без нормировки

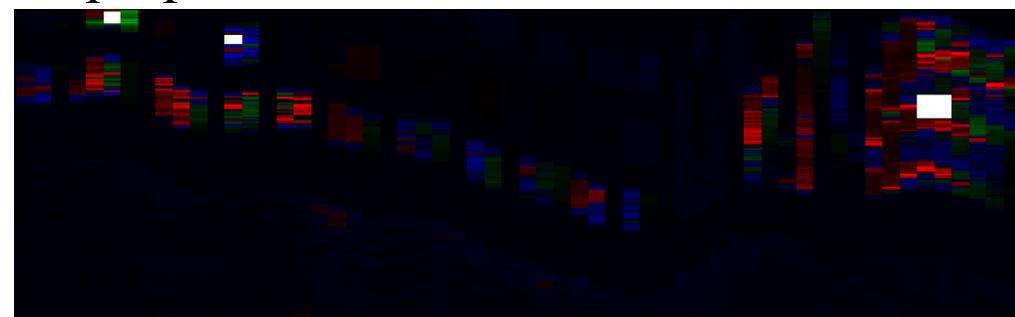
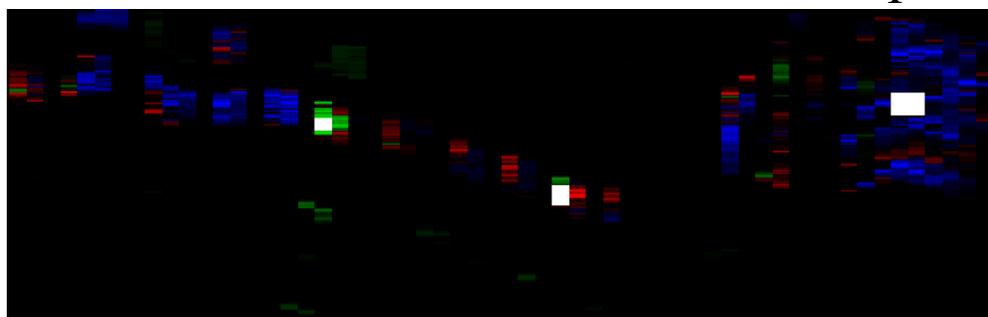
Влияние спектрального разрешения на расстояние до образцов подклассов цели (2)

Первый набор образцов

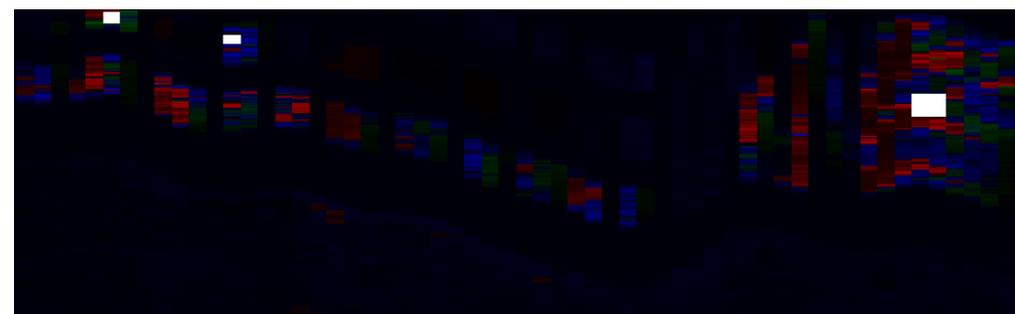
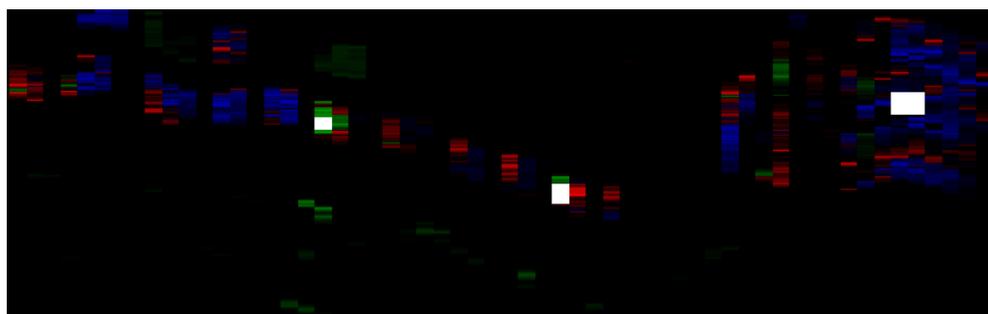
Второй набор образцов



Полное спектральное разрешение



Сглаживание окном 24 канала



Сглаживание окном 48 каналов

Предварительная нормировка на средний спектр цели