

Применение камер машинного зрения при решении задач видеоспектрометрии

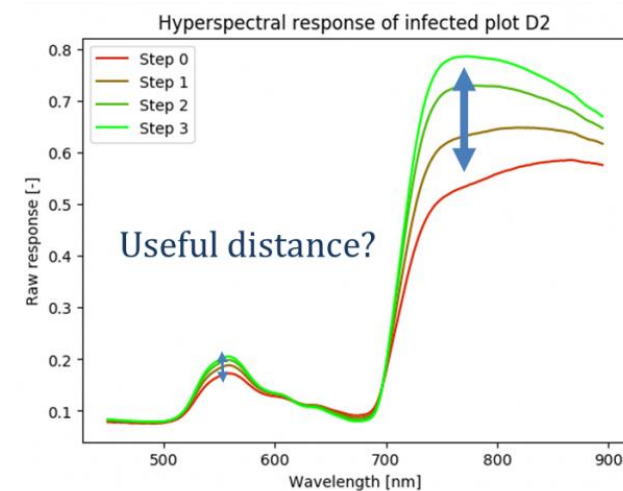


Гапонов М.И.
Инженер-программист

Земледелие



Compact Airborne Spectrographic Imager (*casi*)¹

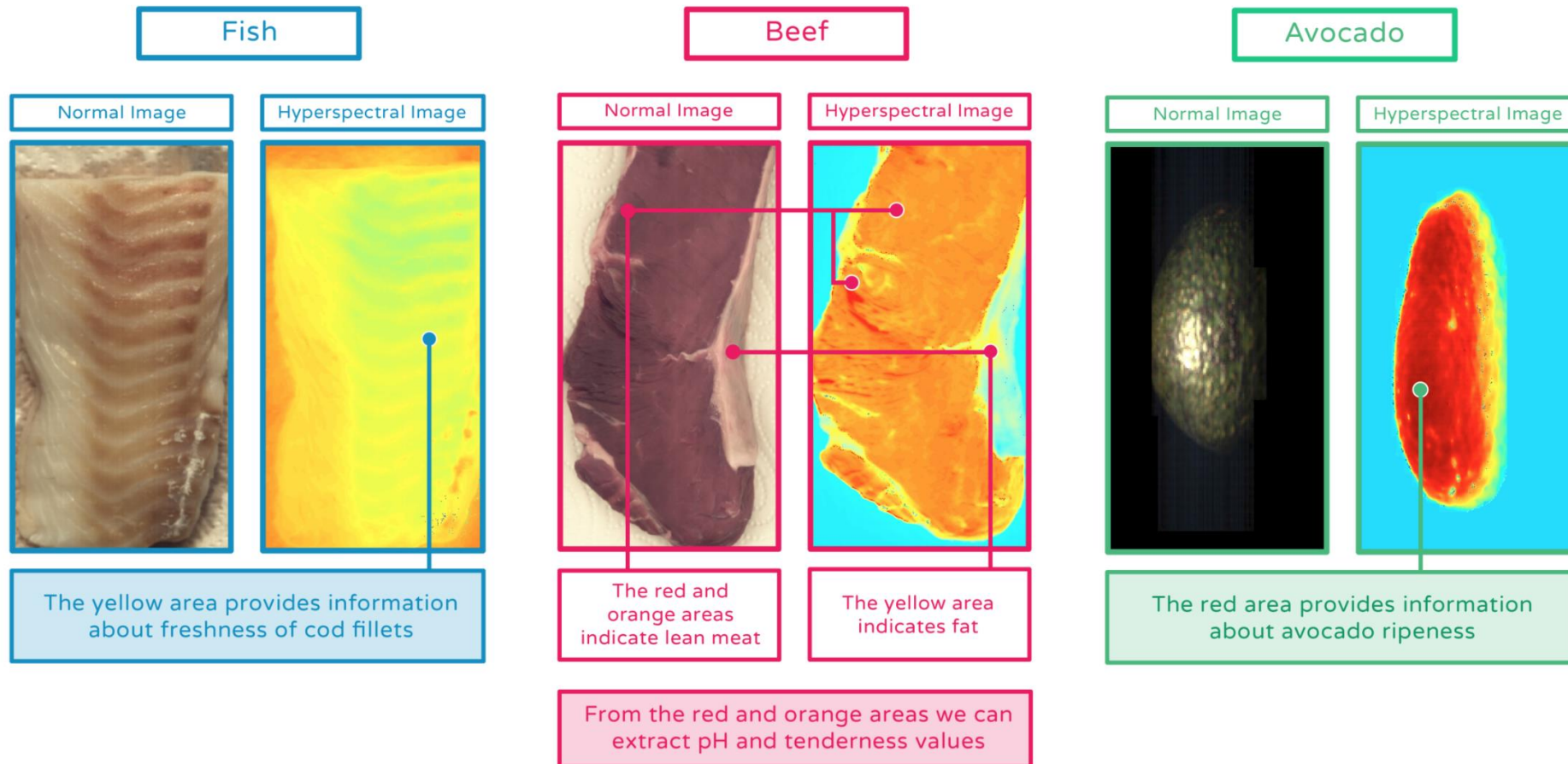


гиперспектральная система ILVO²

¹ <http://www.itres.com/casi/casi.html>

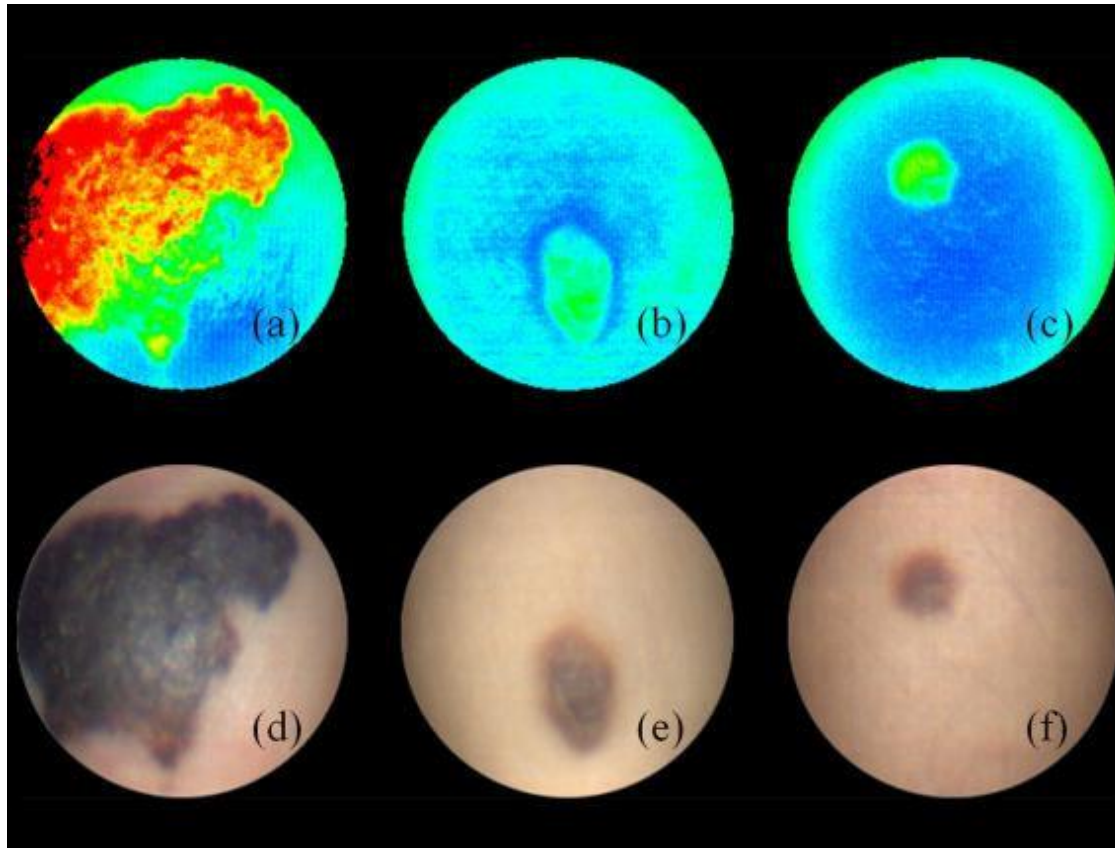
² <https://isense.farm/content/autonomous-hypercart-crop-sensing>

Пищевая промышленность

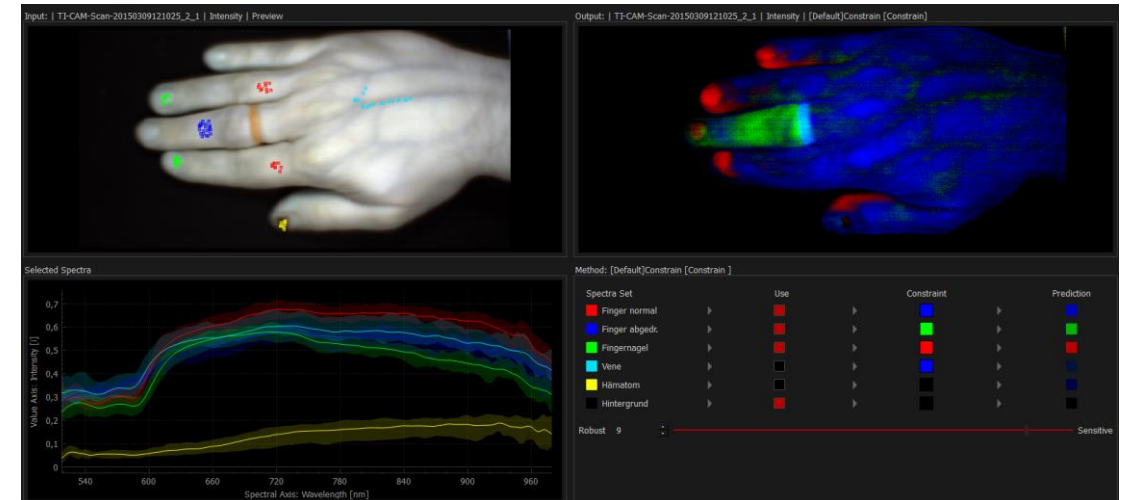


Гиперспектральная изображающая система ImpactVision³

Медицина



Обнаружение меланомы⁴

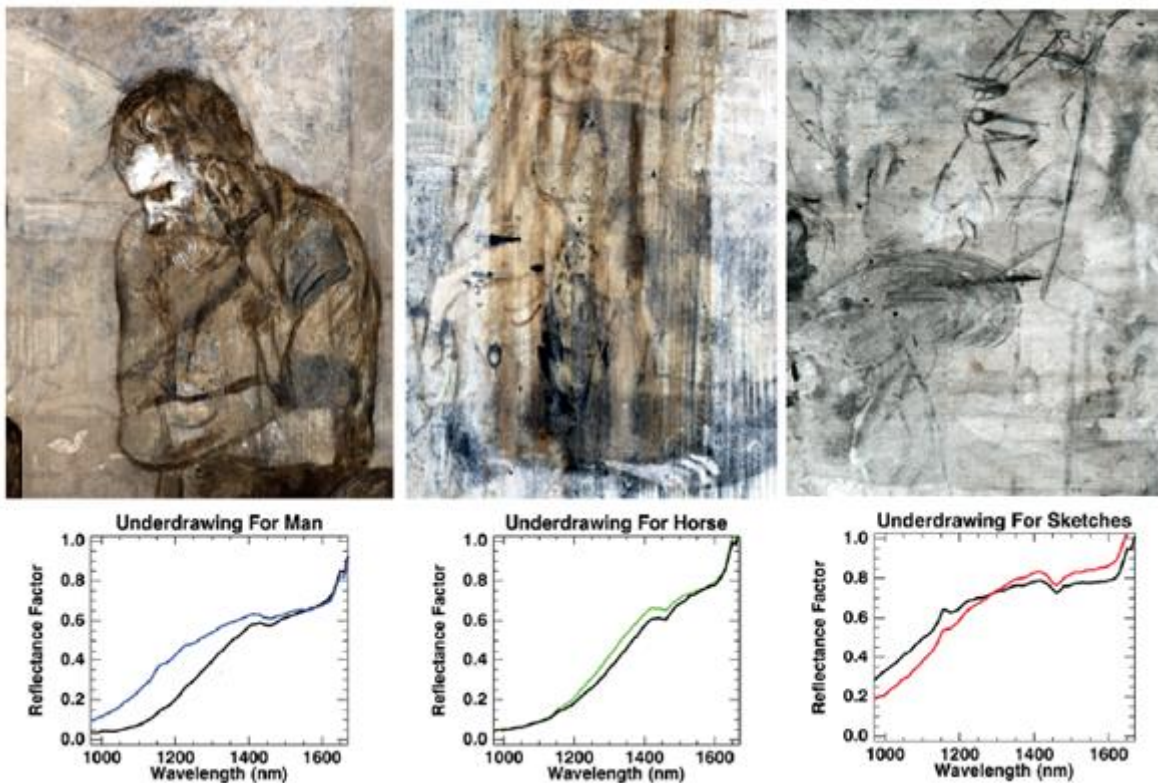


Химический анализ⁵

⁴ Melanoma screening system using hyperspectral imager attached to imaging fiberscope
T. Nagaoka, Member, IEEE, A. Nakamura, Y. Kiyohara and T. Sota, non-Member, IEEE

⁵ <http://spekled.com/en/>

Анализ произведений искусства



Поиск скрытых изображений

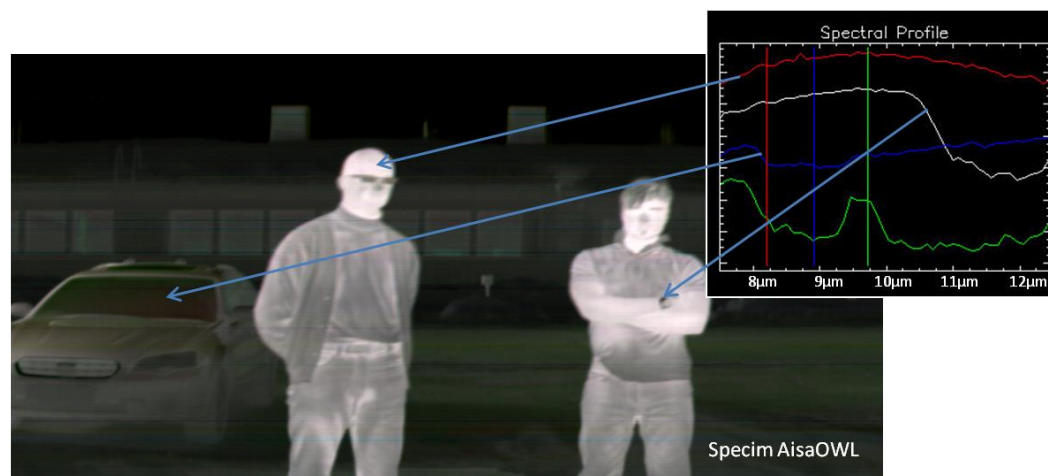


Обнаружение следов пигментов

Безопасность



БПЛА с гиперспектральной системой⁶



Обнаружение и идентификация⁷
скрытых объектов

⁶ <https://www.laser2000.se/>

⁷ <https://www.specim.fi/>

Принцип работы

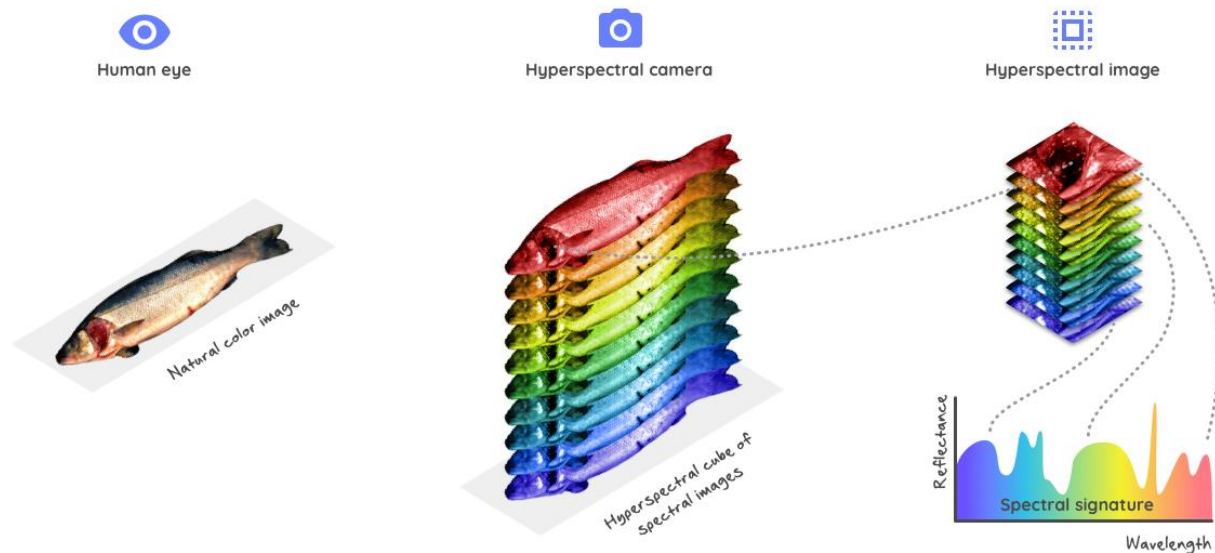
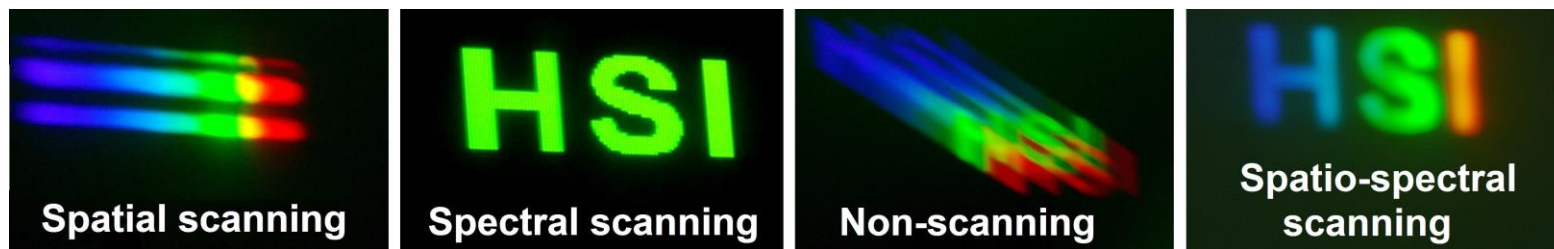
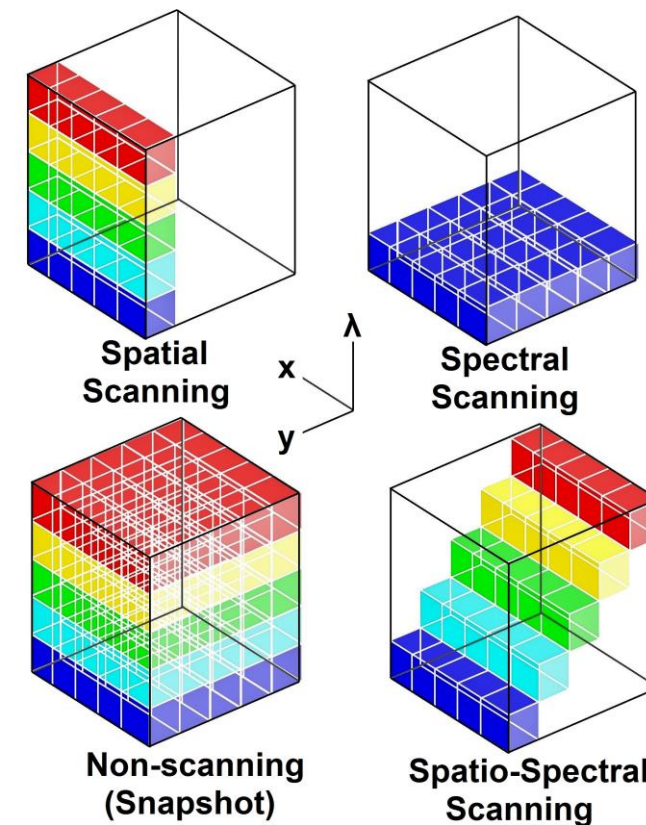
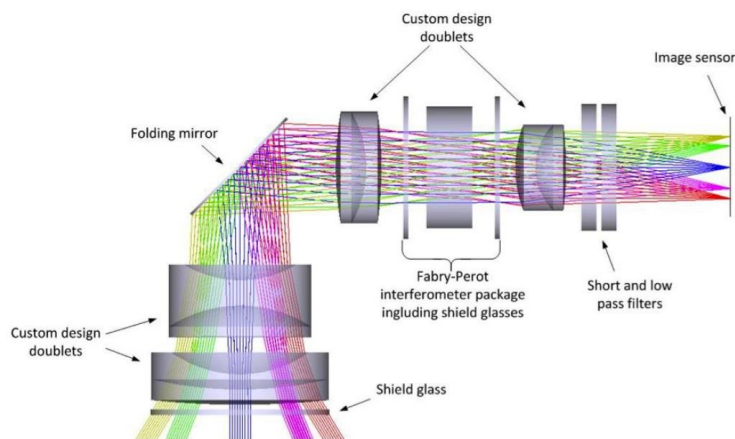


Иллюстрация состава гиперкуба

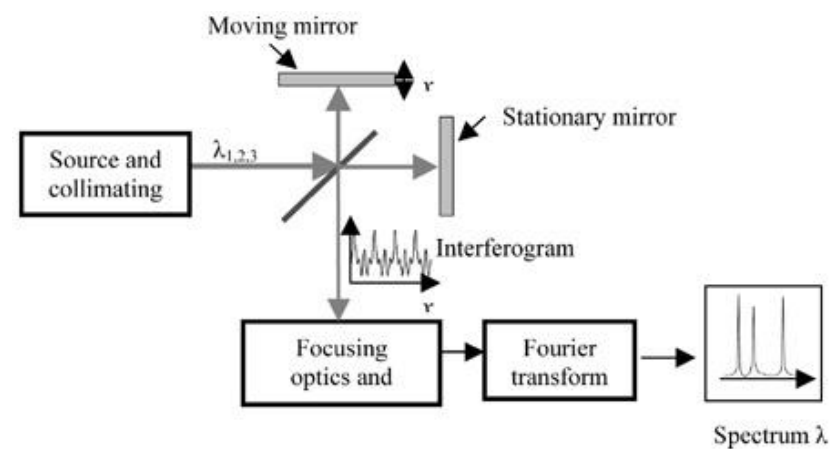


Способы накопления гиперкуба

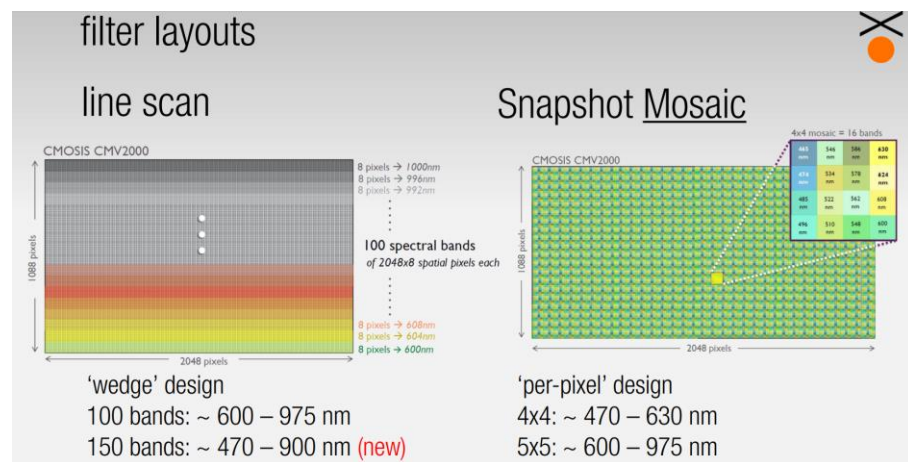
Основные типы гиперспектрометров



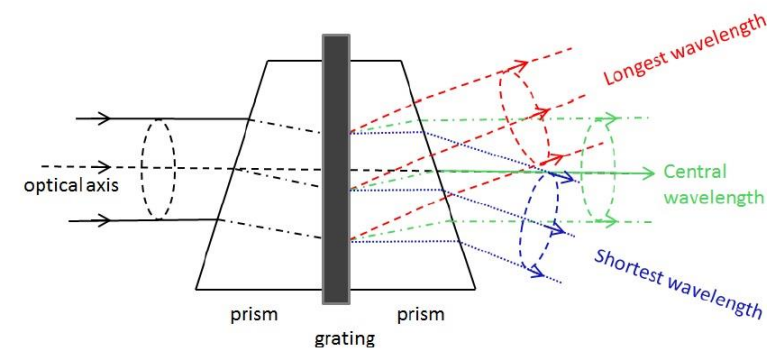
Резонатор Фабри-Перо



Фурье спектрометр



Специализированный матричный приёмник



Использование дифракционных элементов

Акустооптические перестраиваемые фильтры

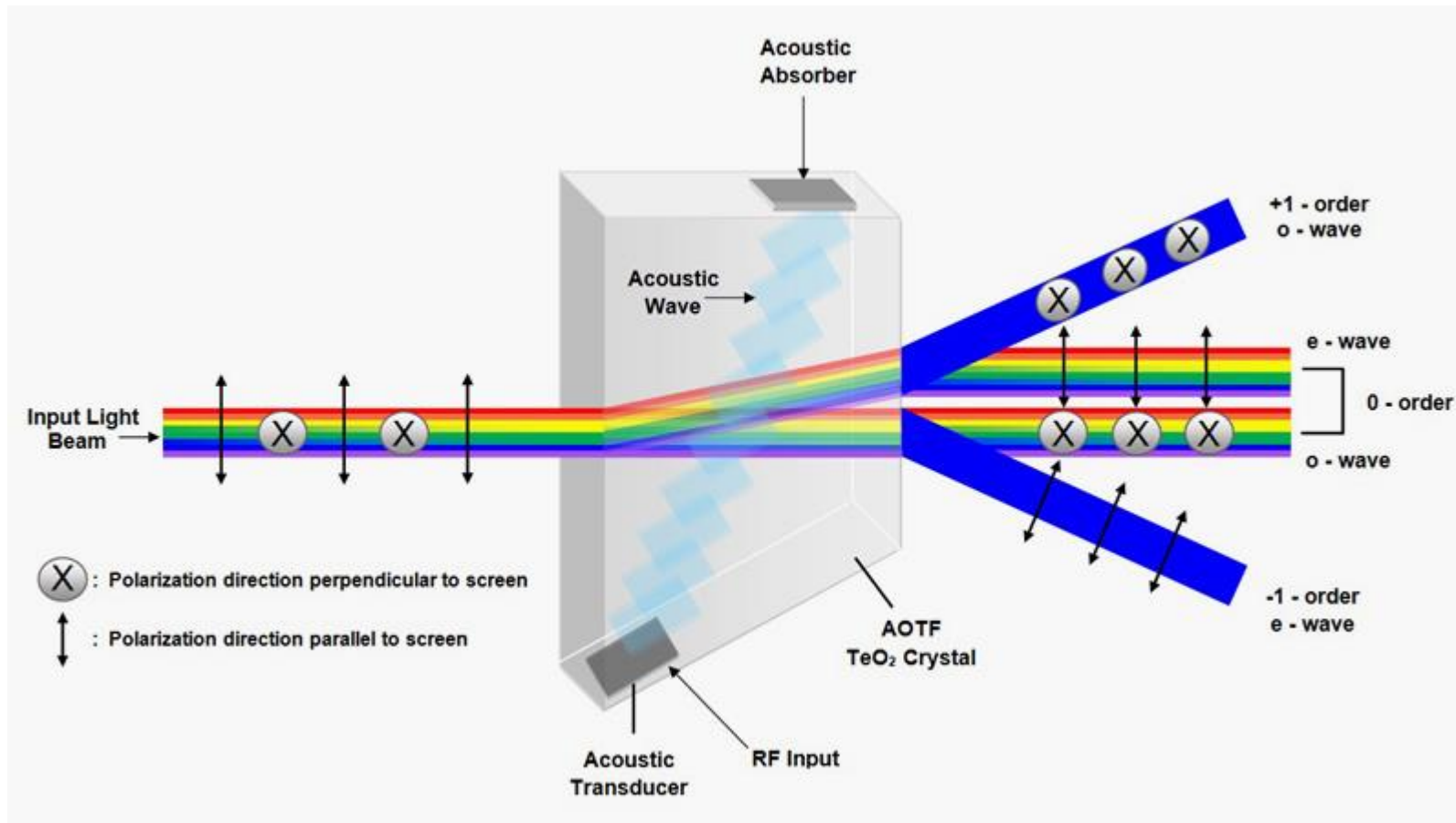
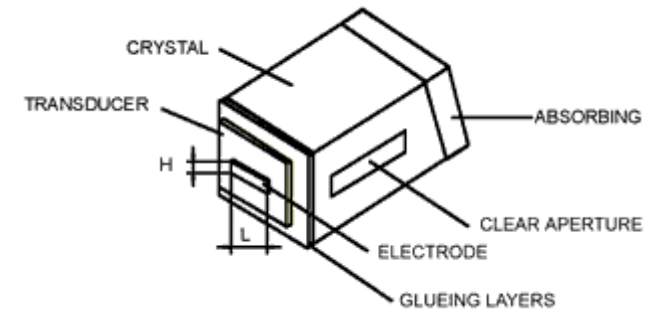
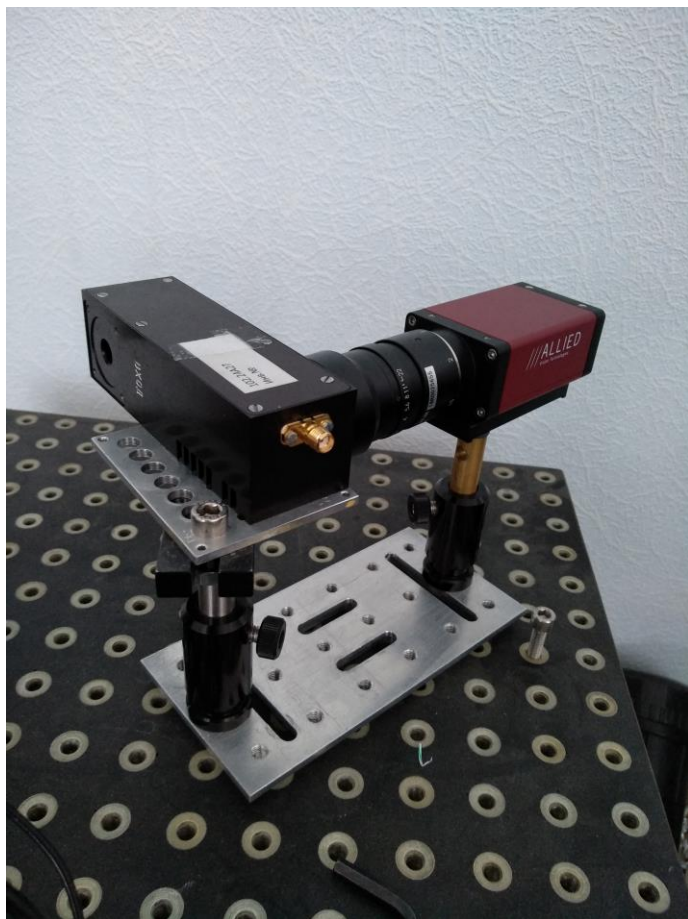


Схема действия акустооптической ячейки

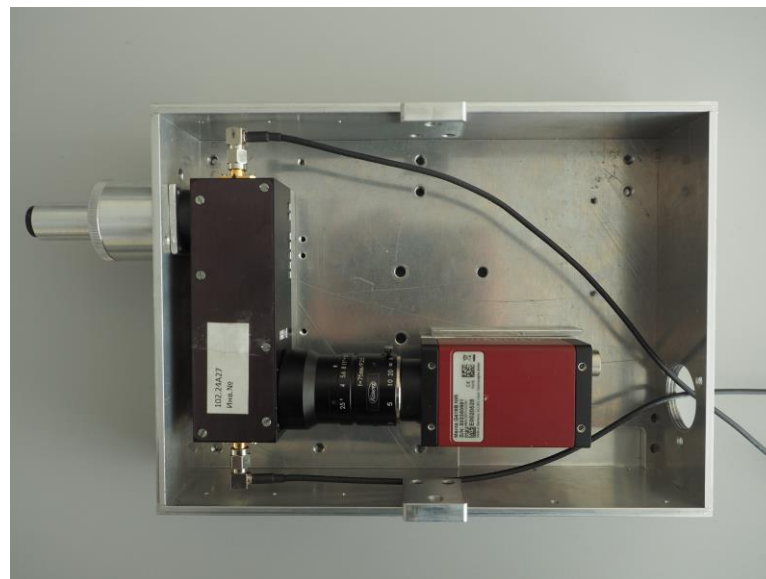


Конструкция АО ячейки

Опыт разработки



Макет прибора

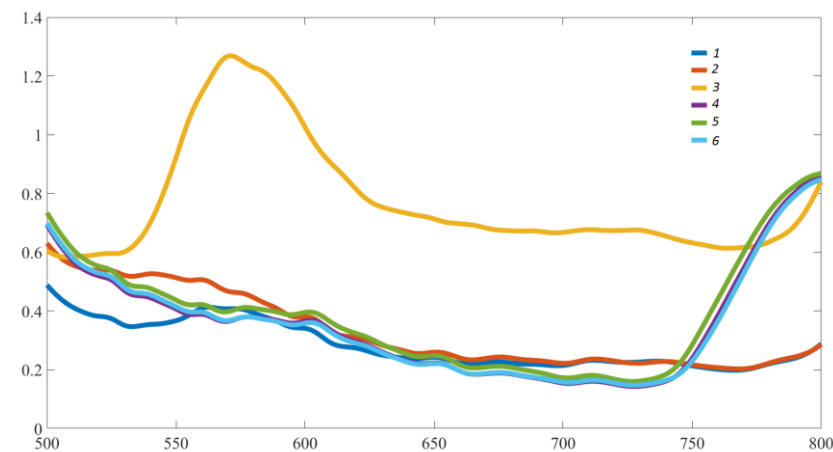
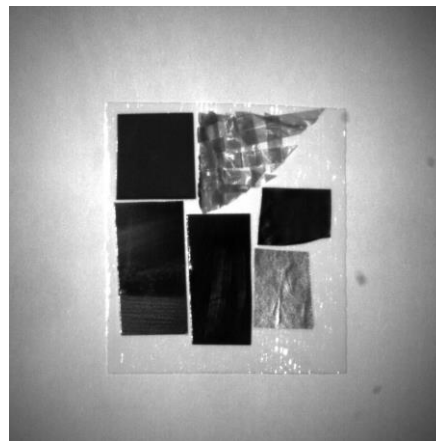
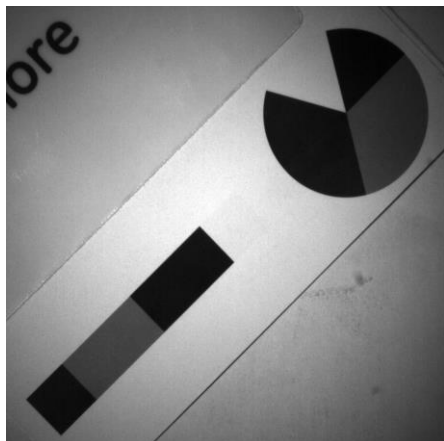
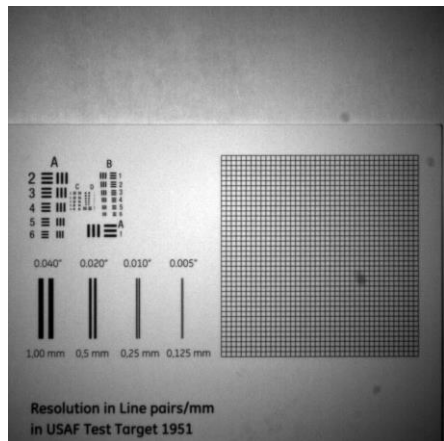


Сборка в корпус

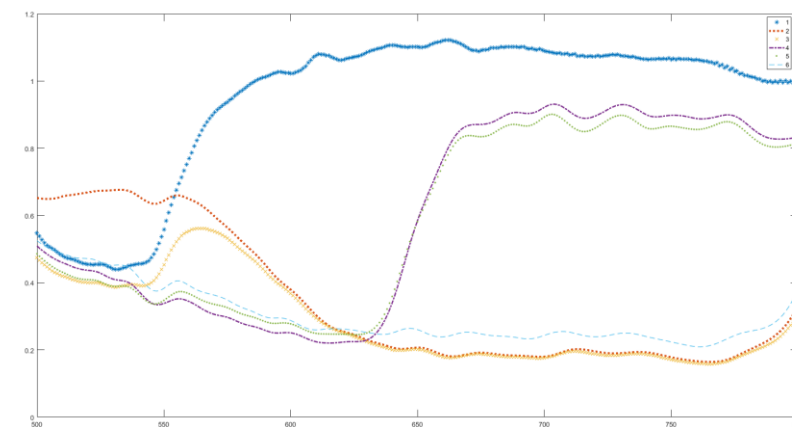
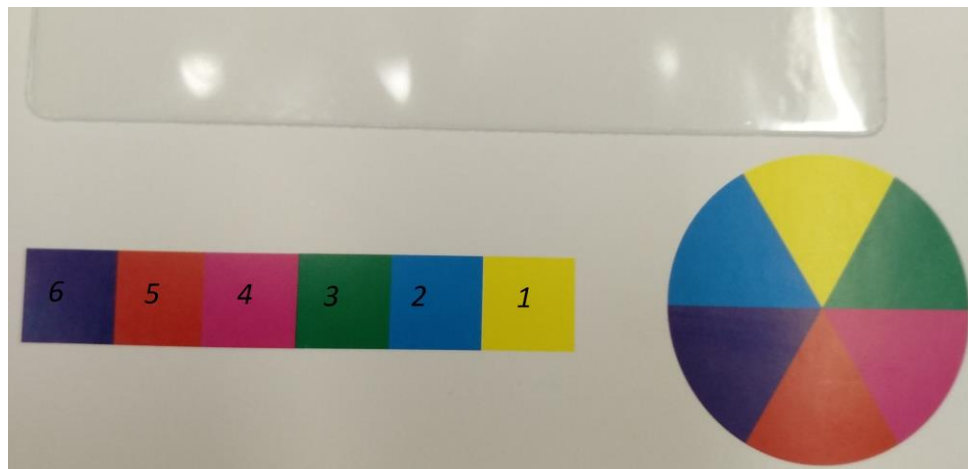


Компактный одиночный АОФ

Результаты обработки гиперспектральных данных



Спектры образцов упаковки, нм



Спектры цветной миры, нм

Выбор приемника изображения

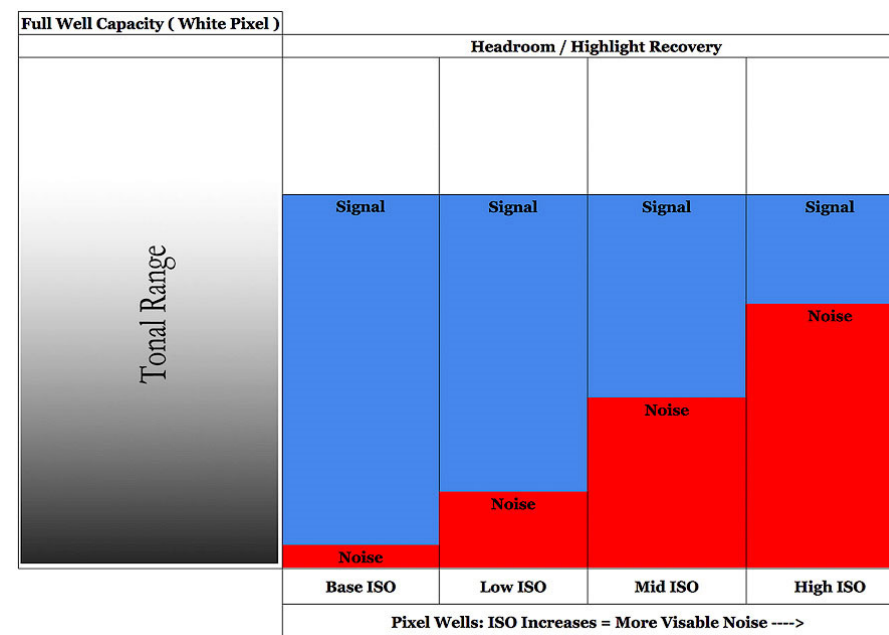
Основные критерии выбора :

- Ширина динамического диапазона
- Разрядность АЦП
- Уровень шумов
- Разрешение матрицы
- Частота кадров
- Интерфейс передачи данных
- Простота интеграции
- Надежность

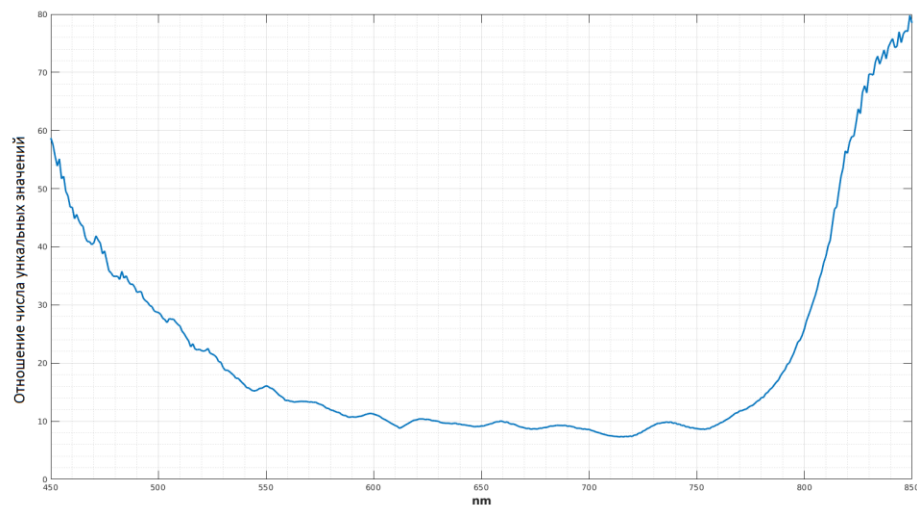
Human eye



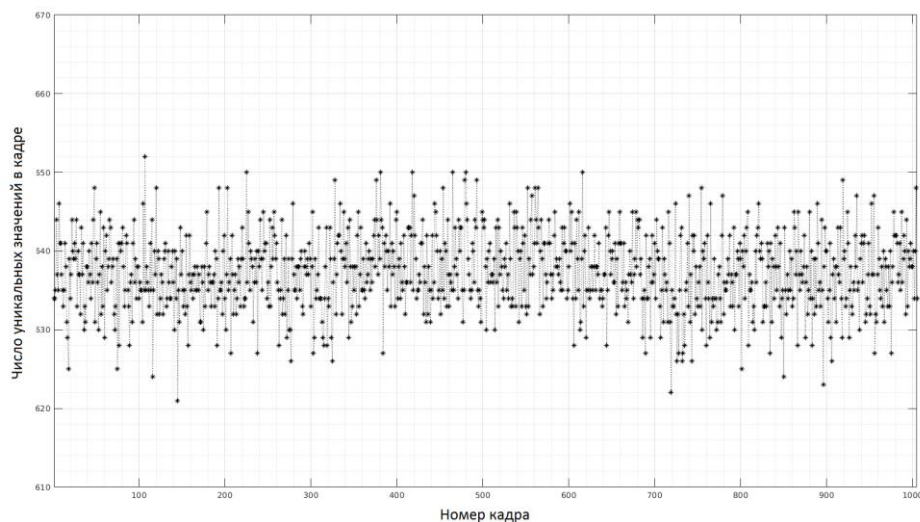
Digital camera CMOS/CCD sensor



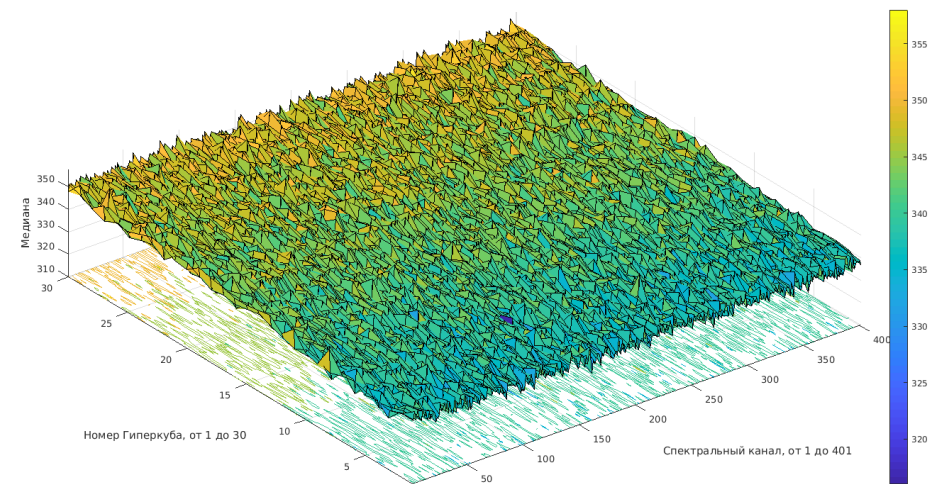
Влияние приёмника изображения



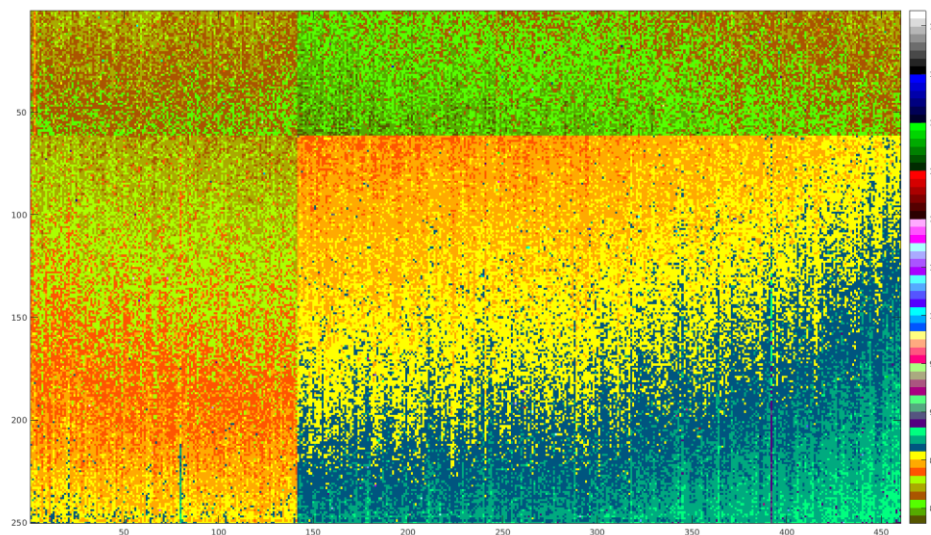
Отношение числа уникальных значений



Число уникальных значений

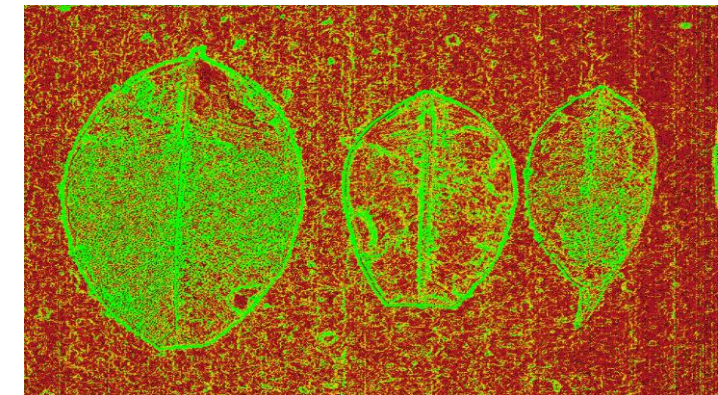
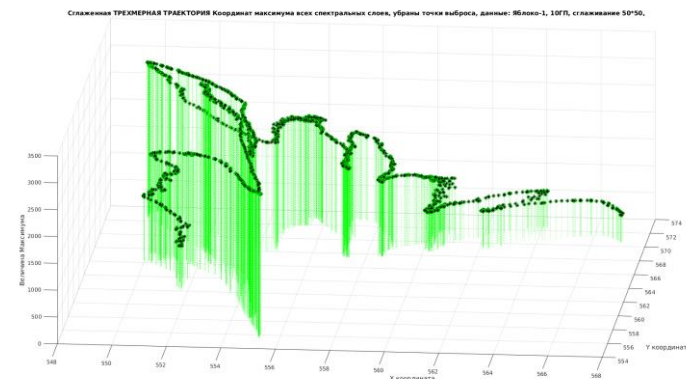
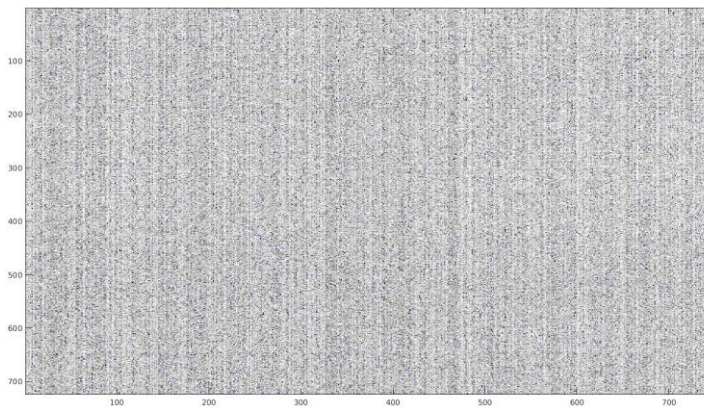
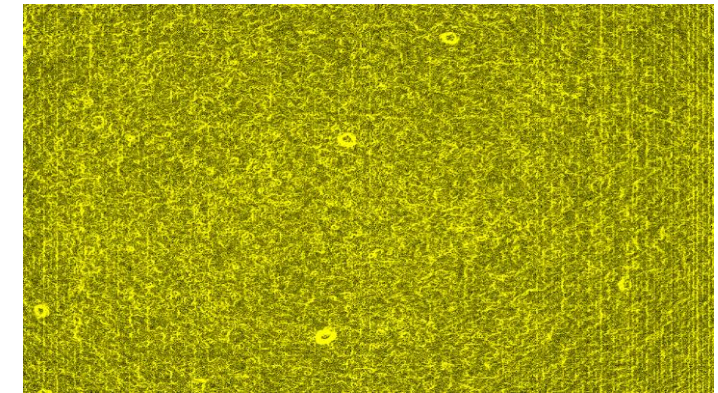
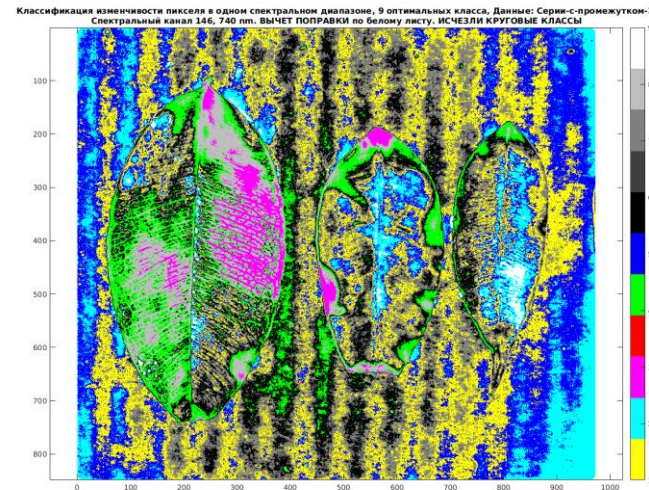
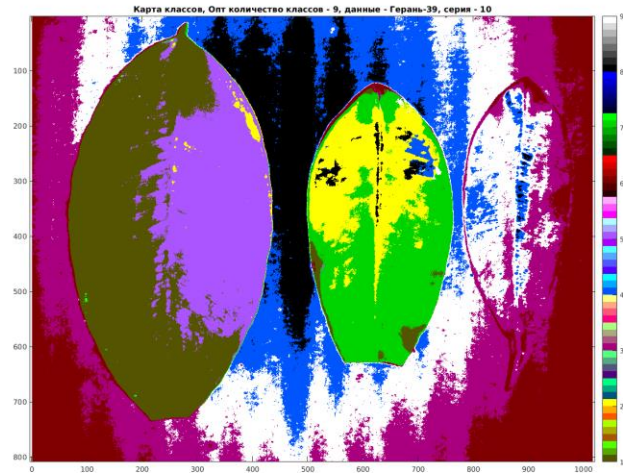


Результат нагрева сенсора камеры



Неравномерность медианных значений кадра

Необходимость калибровки



Неравномерности гиперспектральных изображений

Выводы

- Гиперспектральные изображающие системы позволяют решать широкий спектр прикладных задач
- Ключевым элементом видеоспектрометров является матричный приемник изображения (видеокамера)
- Выбор приемника изображения является важным этапом и требует ответственного подхода