

# Опыт применения мульти- и гиперспектральной аэросъемки для мониторинга яблоневых садов и питомников

А.Е. Соловченко, Б.М. Шурыгин, В.Ю. Величко

ФНЦ им. И.В. Мичурина \* ТГУ им. Г.Р. Державина

МГУ им. М.В. Ломоносова \* МФТИ

ООО «Плодообъединение «Сады Ставрополя»

# Точное садоводство – что это такое и для чего оно нужно?

**Точное садоводство** (precision horticulture) – комплексная высокотехнологичная система управления садоводством, основанная на технологиях:

- глобального позиционирования (GPS)
- геоинформационных систем (GIS)
- адаптивного нормирования удобрений и СЗР
- дистанционного мониторинга состояния насаждений и урожая
- ИТ-систем поддержки принятия решений в садоводстве

## Эффекты точного садоводства

**агронические:** удобрения и обработки СЗР с учётом реальных потребностей растений

достигается **максимальная урожайность**

**технические:** улучшается планирование агротехнических операций = **экономия времени и ресурса техники**

**экологические:** сокращается негативное воздействие сельхозпроизводства на окружающую среду (**меньше внесения удобрений и пестицидов**)

**экономические:** рост качества и производительности, сокращение затрат **повышают эффективность агробизнеса**

## **РОСТ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ!**

Электронная запись и хранение истории полевых работ и урожаев помогает при принятии решений, составлении отчётности и прогнозировании будущих трендов.

# Существующие решения – дистанционное зондирование из космоса и с воздуха (БПЛА\*)

- Устоявшиеся решения, широко представленные на рынке
- Множество сервисов, доступных фермерам
- Интегрированы с с/х техникой и агрегатами
- **«Узкие места»:**
  - низкое пространственное разрешение (эти методы не «видят» отдельные растения, тогда как для садоводства это критически важно)
  - традиционный функционал ДЗ для полевых культур (замеры биомассы и чистой продуктивности) недостаточен для решения проблем садоводства (например, индекс NDVI не позволяет оценить зрелость плодов)

\*Беспилотные летательные аппараты

# Получение данных

- В рамках одного питомника или сада может существенно отличаться проективная площадь листовой поверхности, индикатриса отражения (влияет на цвет и яркость) и т.д.
- При плотном смыкании кроны крайне тяжело выделить отдельные саженцы – так или иначе, требуется эмпирический пересчёт

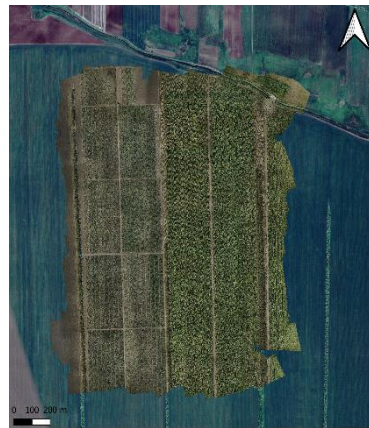
## Техника:

Supercam S350 + Sony RX1R, Parrot Sequoia



# Подготовка данных

- Съёмка
- Сшивка и геопривязка
- Предобработка: разбивка геопривязанных данных на области интереса (поля и «клетки»)

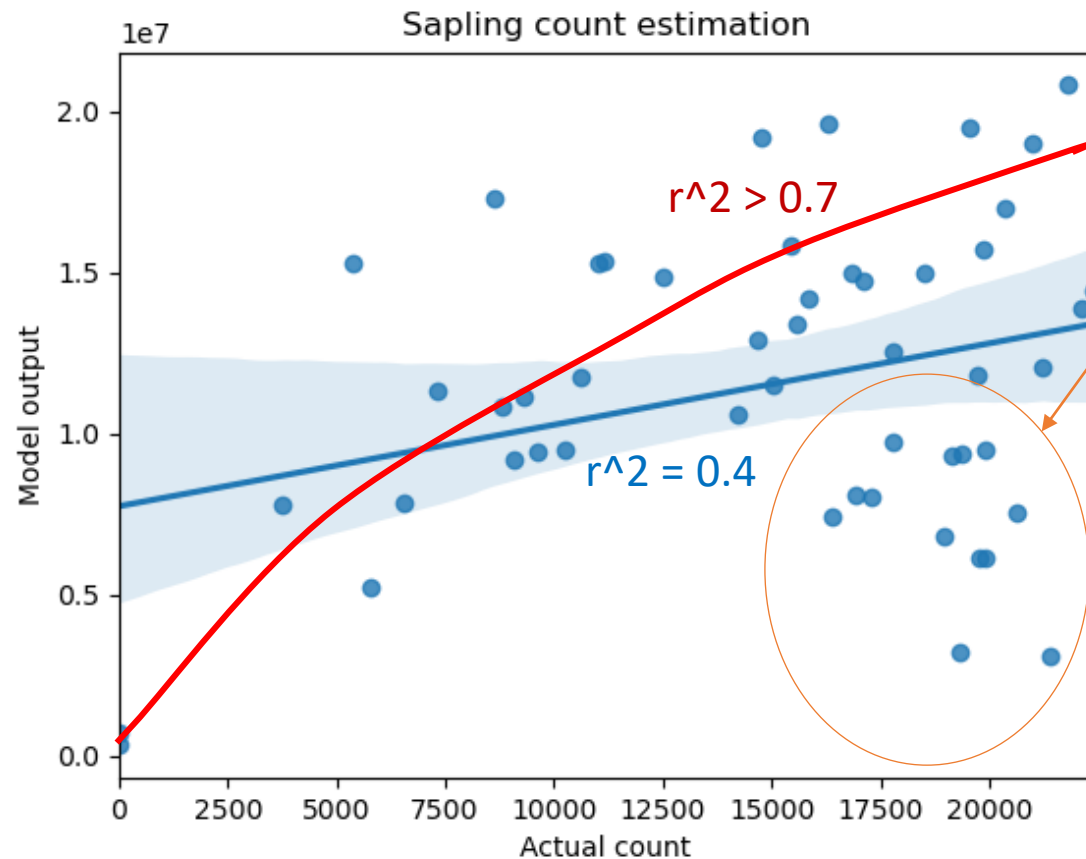


# Алгоритм обработки

Общая идея – аналог KDE; локализация объектов компактным ядром:

- Фильтрация областей по цвету (ReLU-подобное отсечение)
- Свёртка (conv2d, stride поперёк поля = расстоянию между рядами, stride вдоль ряда можно варьировать, в нашем случае свёртка была «плотной» [stride = 1])
- Повторное отсечение, суммирование и нормировка
- Расчёт вегетационных индексов

# Результаты и обсуждение

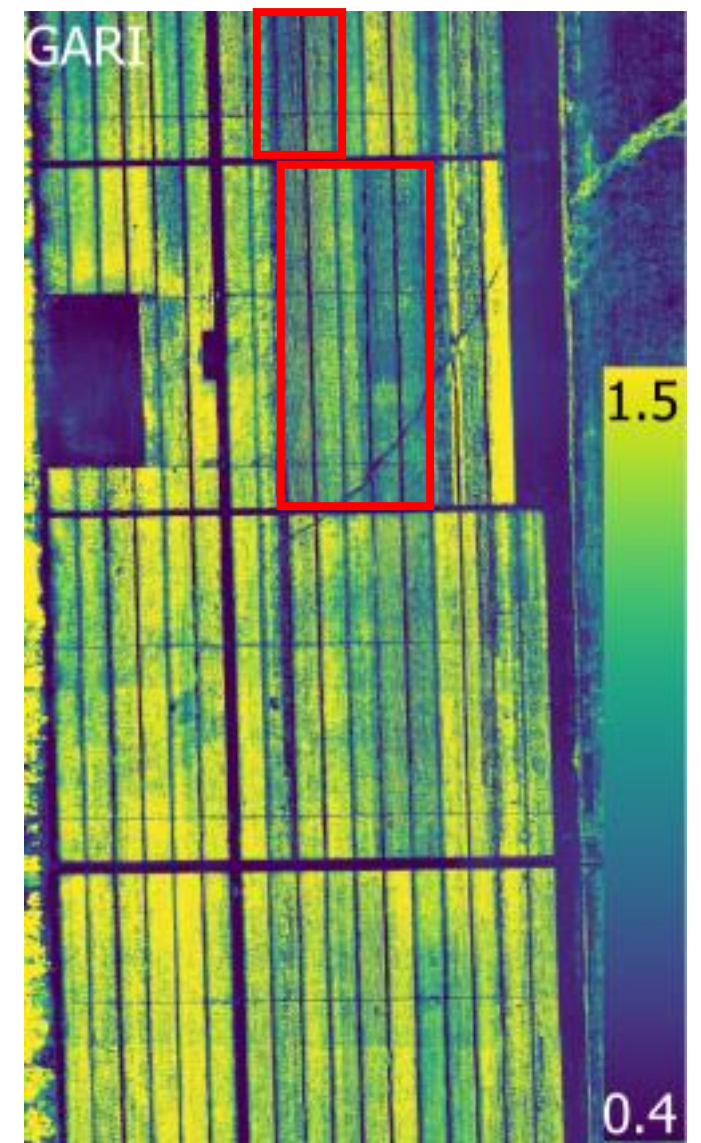
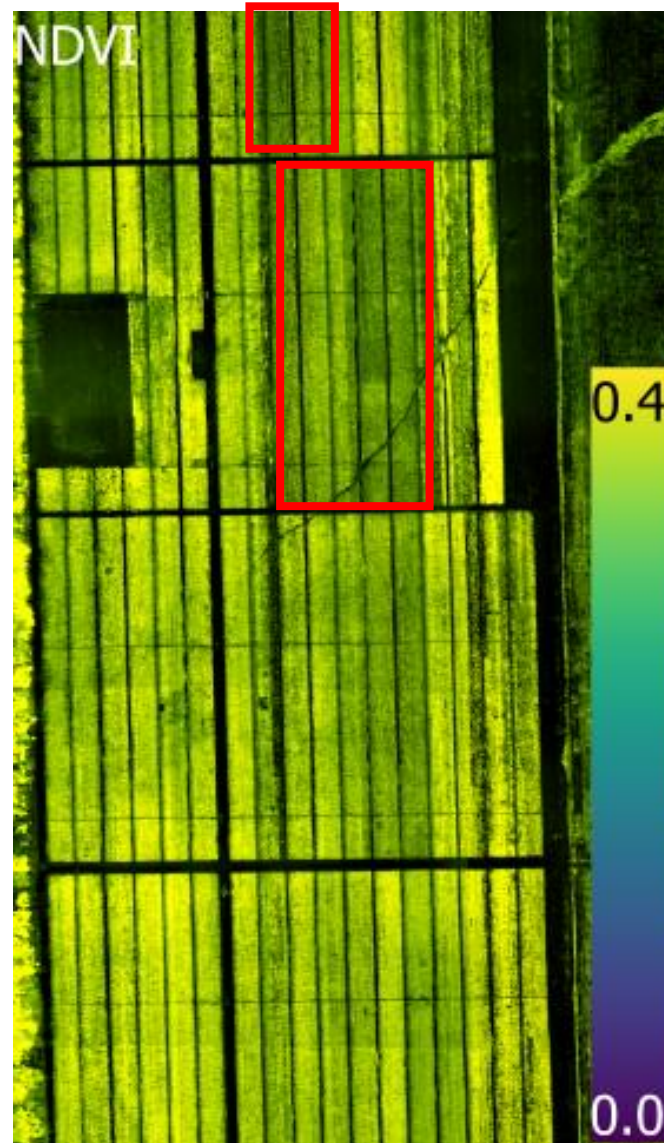


Хлороз – основной источник ошибок => необходимо улучшить разделение морфологических признаков и цвета

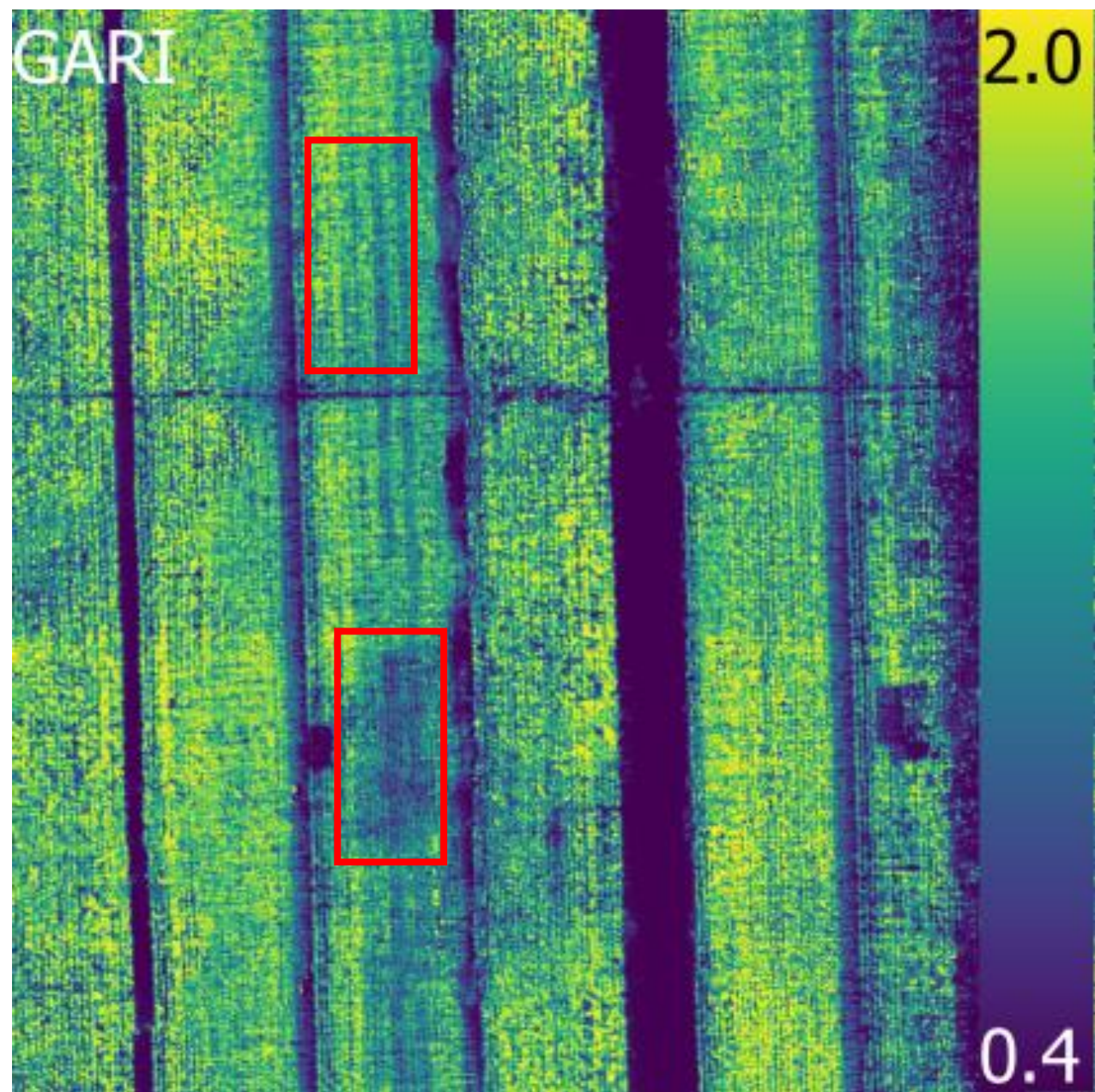
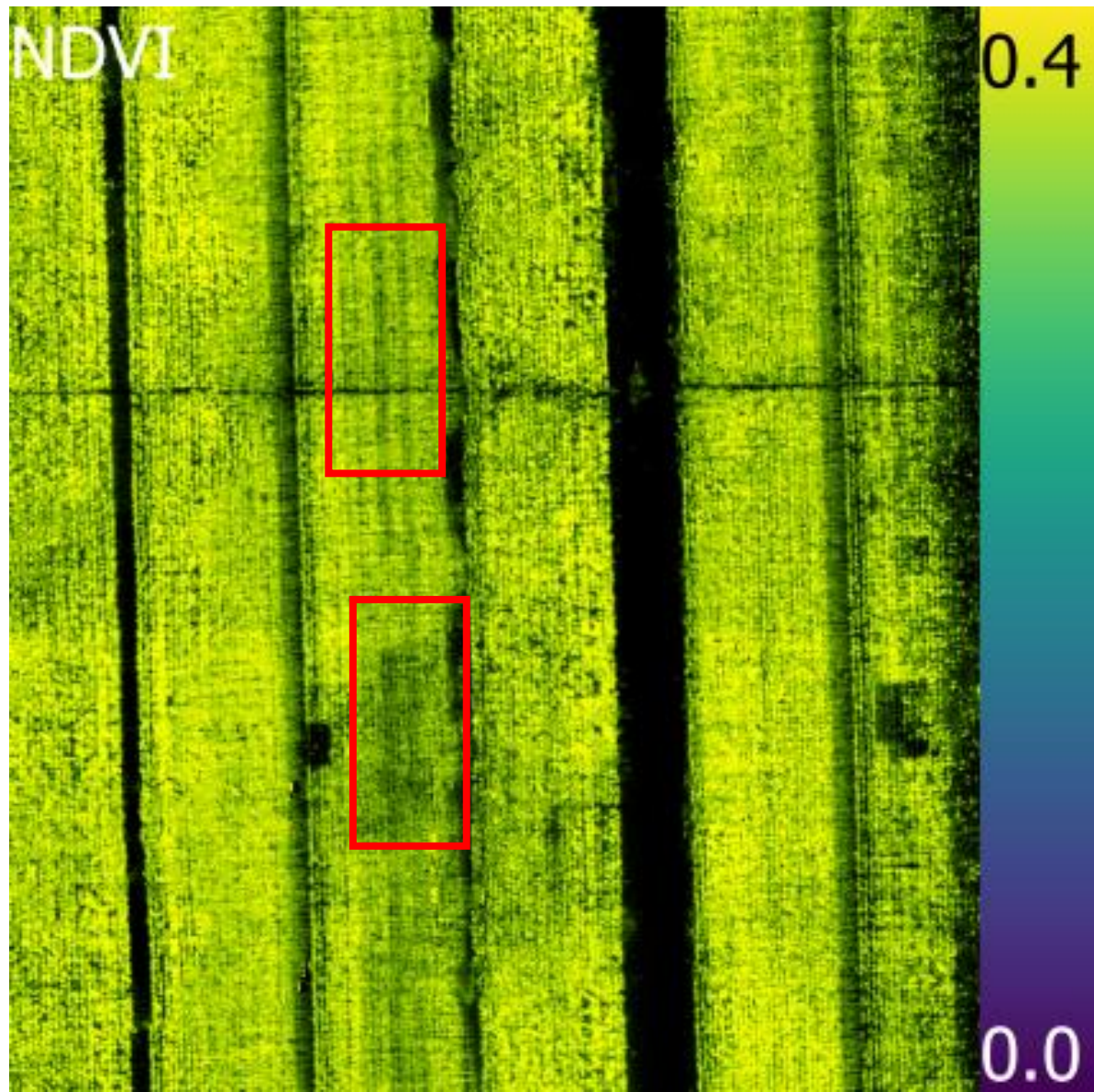


- Планируется более точный итеративный подбор гиперпараметров и морфологического элемента (нейросети?..)
- Тяжело оценить, насколько хорошо параметры модели будут генерализоваться на разные условия съёмки

# Детекция хлороза растений







# Заключение

- Ключевое условие – достаточное наземное разрешение
- Необходима точная геопривязка
- Для получения информации, полезной для практиков растениеводства, необходима калибровка по данным объективных наземных учётов (число растений, степень хлороза).

# Спасибо за внимание!

Благодарности:

- Центр компетенций в сфере применения беспилотных авиационных систем ТГУ имени Г.Р. Державина
- ООО «Плодообъединение «Сады Ставрополя»