



Технологии точного садоводства для управления продуктивностью и качеством плодов

А.Е. Соловченко

Лаборатория технологий точного садоводства

ФНЦ им. И.В. Мичурина

Мичуринск 2021





Точное садоводство — что это такое и для чего оно нужно?

- **Точное садоводство** — комплексная высокотехнологичная система управления садоводством, основанная на технологиях:
- Глобального позиционирования (GPS)
- Геоинформационных систем (GIS)
- Адаптивного нормирования удобрений и СЗР
- Дистанционного мониторинга состояния насаждений
- ИТ-систем поддержки принятия решений в садоводстве

Эффекты точного садоводства

- **Агрономические:** 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**

У России должен быть весь набор собственных передовых агротехнологий, доступных не только крупным, но и небольшим хозяйствам. Это вопрос практически национальной безопасности и успешной конкуренции на растущих рынках продовольствия

В.В. Путин, послание Федеральному Собранию, 2019г.



Мониторинг насаждений и урожая в саду

Потребности отрасли:

- Раннее прогнозирование урожая с точностью >80%;
- Автоматизация всех процессов;
- Выработка единого подхода в планировании ресурсов;
- Формирование сквозного производственного процесса.

• Особенности и сложности :

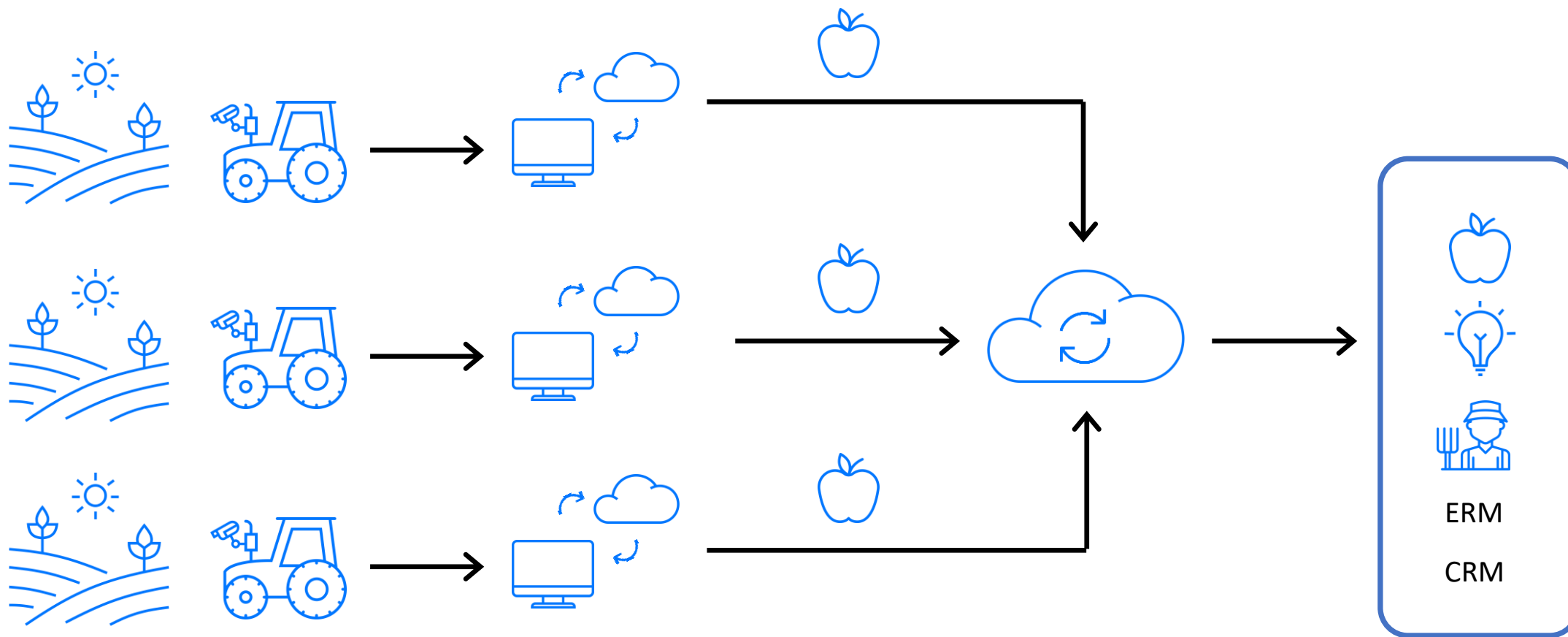
- Необходимы данные о каждом дереве, о каждом плоде
- Почти нет коммерчески доступных наземных платформ и сенсоров, ориентированных на работу в саду
- Нет хороших моделей для прогноза, ориентированных на условия РФ

Разработка ИТ-систем для точного садоводства в ФНЦ им. И.В. Мичурина

- «Экосистема» партнёров: МГУ имени М.В.Ломоносова, МФТИ, ТГУ, ТГТУ
- Ключевые направления:
 - **Системы получения изображений в саду**
(датчики изображений + роботизированные платформы)
 - **Искусственные нейросети для анализа изображений**
(анализ количества и качества урожая, состояния и повреждений растений).
 - **Сенсоры для послеуборочных технологий**
(модернизация хранилища с динамической регулируемой атмосферой, DCA)
 - Разработка математических **моделей для прогноза** размера и качества урожая по данным неинвазивного мониторинга
 - **Облачные ИТ-платформы** для построения системы управления производством — от сада до прилавка

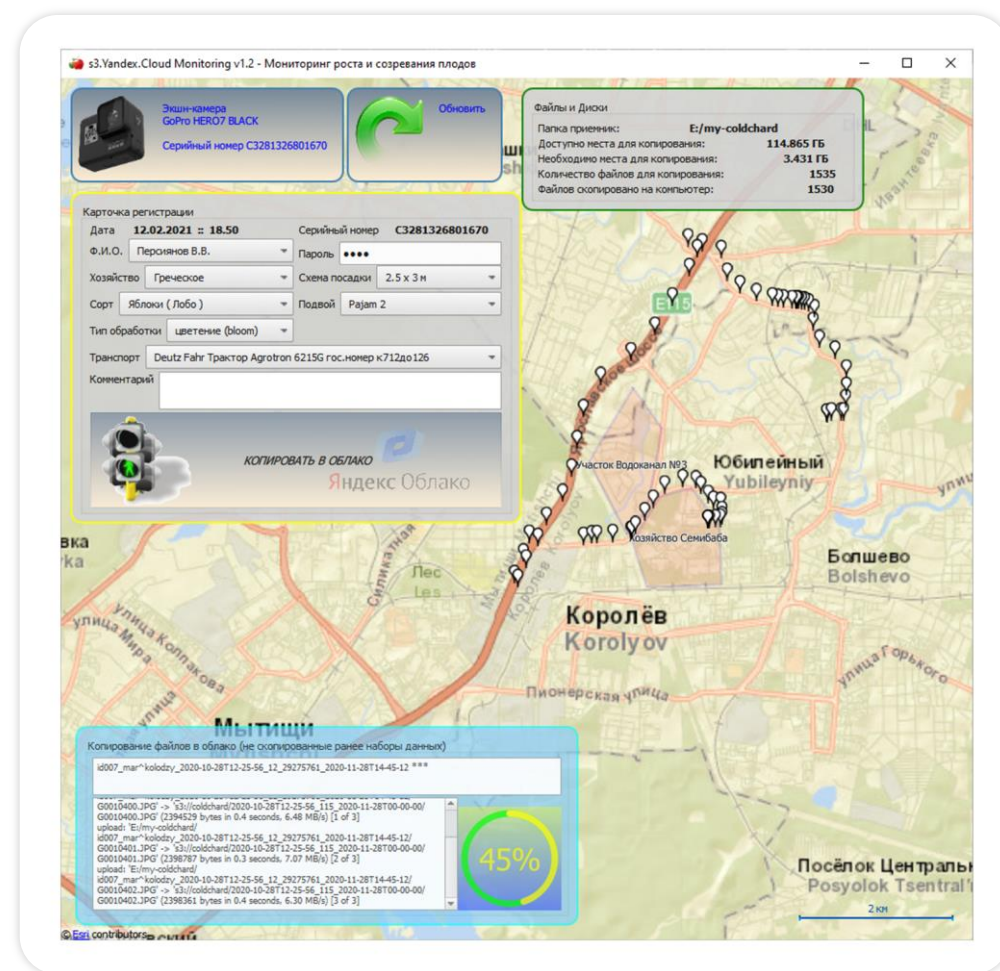


Архитектура решения



Архитектура решения

Сбор данных на местах — трактора или робоплатформы



ИИ-«движок» для анализа данных (Яндекс.Облако)

The screenshot shows the Yandex Cloud IDE interface. On the left is a file explorer with a list of files and folders, including XML and JPG files. The main area is a code editor with a Python script. The script includes a comment about loading a label map, a line to copy the image, a print statement for detection boxes, and a visualization function call. Below the code, a plot shows a photograph of a field with green bounding boxes around plants. The status bar at the bottom indicates 'Saving completed' and 'Mode: Command'.

```

GPS.ipynb x OrchNN.ipynb x evals.ipynb x generate_csv.py x generate_tfrecor x s3secret.key x VidStab_module x dbtest.ipynb
yds.yandexcloud.net/doorman/b1g7gp7f0i33u4qlref0/9710f2de-eef0-412d-a40b-3c8b16b31906/0cf3a9e3-0940-4a58-8ae5-b766bb7b3f7

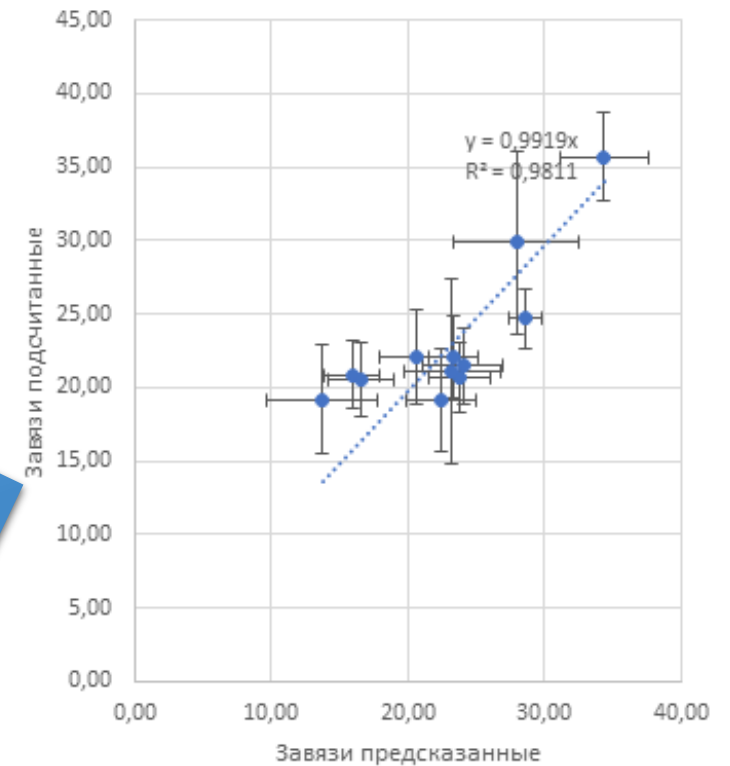
File Edit View Run Kernel Git Snippets Tabs Settings Help
/ data / test /
Name Last Modified
20200728_110436.xml 2 months ago
20200728_110450.jpg 2 months ago
20200728_110450.xml 2 months ago
20200728_110459.jpg 2 months ago
20200728_110459.xml 2 months ago
20200728_110513.jpg 2 months ago
20200728_110513.xml 2 months ago
20200728_110546.jpg 2 months ago
20200728_110546.xml 2 months ago
20200728_110844.jpg 2 months ago
20200728_110844.xml 2 months ago
20200728_110905.jpg 2 months ago
20200728_110905.xml 2 months ago
20200728_111130.jpg 2 months ago
20200728_111130.xml 2 months ago
20200728_111142.jpg 2 months ago
20200728_111142.xml 2 months ago
20200728_111150.jpg 2 months ago
20200728_111150.xml 2 months ago
20200728_111218.jpg 2 months ago
20200728_111218.xml 2 months ago
20200728_111637.jpg 2 months ago
20200728_111637.xml 2 months ago
20200728_111712.jpg 2 months ago
20200728_111712.xml 2 months ago
20200728_111717.jpg 2 months ago
20200728_111717.xml 2 months ago
20200728_111914.jpg 2 months ago
20200728_111914.xml 2 months ago
20200728_111930.jpg 2 months ago
20200728_111930.xml 2 months ago
20200728_111938.jpg 2 months ago
20200728_111938.xml 2 months ago

[35]: #print(detections['detection_boxes'][(indices)])

[40]: viz_utils.visualize_boxes_and_labels_on_image_array(
    image_with_detections,
    np.squeeze(detections['detection_boxes'][(indices)]),
    np.squeeze(detections['detection_classes'][(indices)]),
    np.squeeze(detections['detection_scores'][(indices)]),
    category_index,
    use_normalized_coordinates=True,
    max_boxes_to_draw=200,
    min_score_thresh=.30,
    line_thickness=10,
    agnostic_mode=False,
    skip_scores=True)
fig = plt.figure(figsize = (11,5))
ax = fig.add_subplot(111)
ax.imshow(image_with_detections)

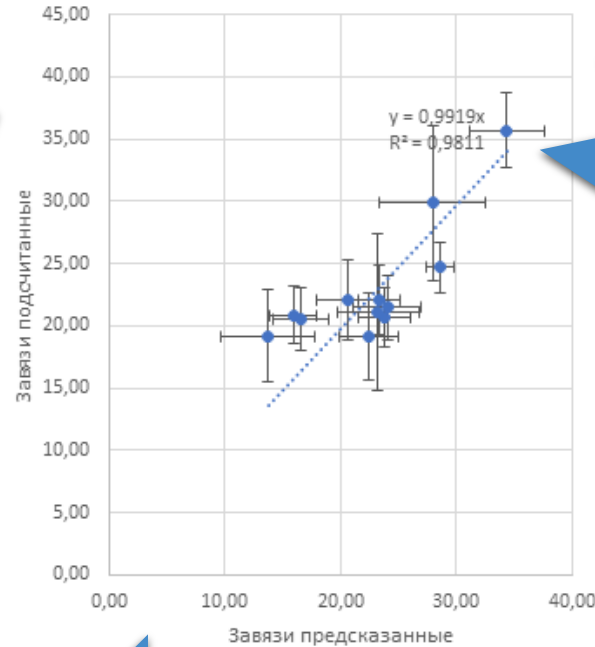
<matplotlib.image.AxesImage at 0x7f220e6b5d90>
0 250 500 750 1000 1250 1500 1750 2000
0 1000 2000 3000 4000
[ ]:

```

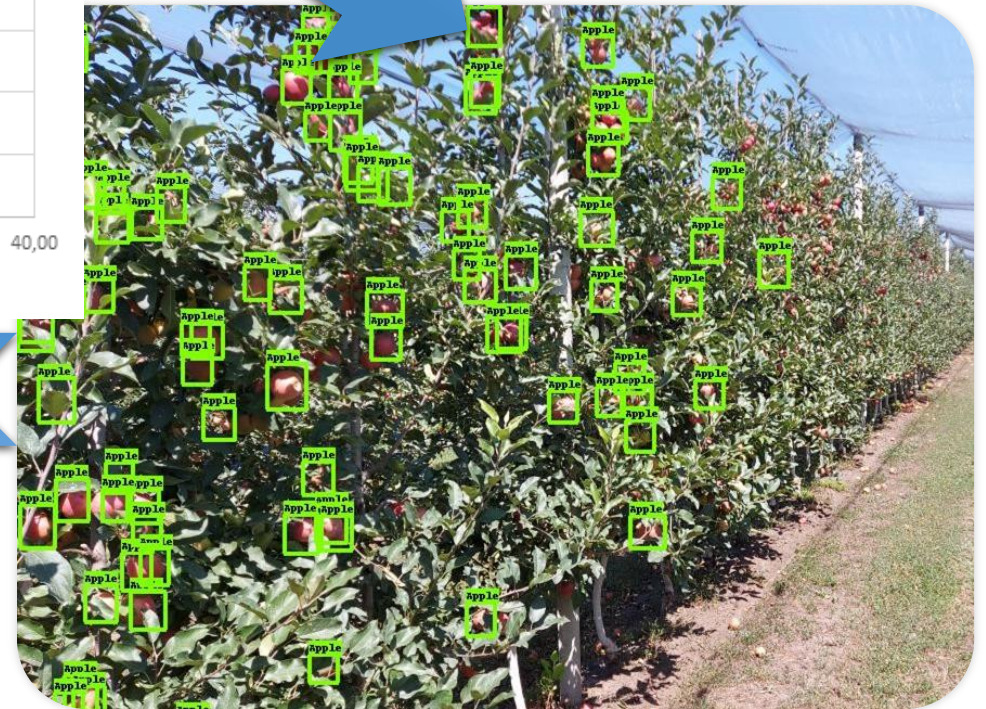


Мониторинг и прогнозирование урожая

- Сбор исходных данных (ИИ + полевой учёт)



- Построение моделей



- Проверка и уточнение

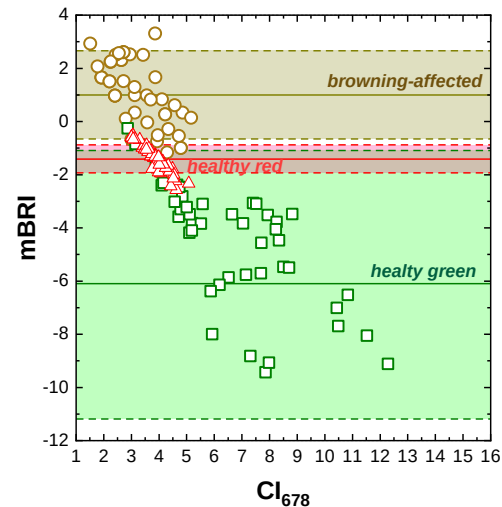
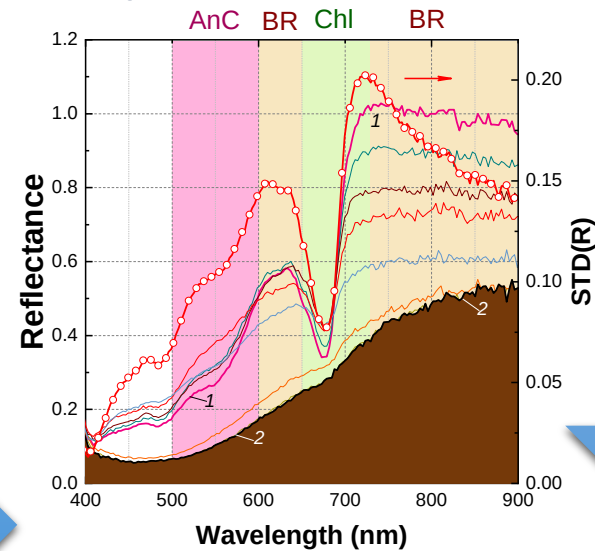
Мониторинг повреждений растений

9

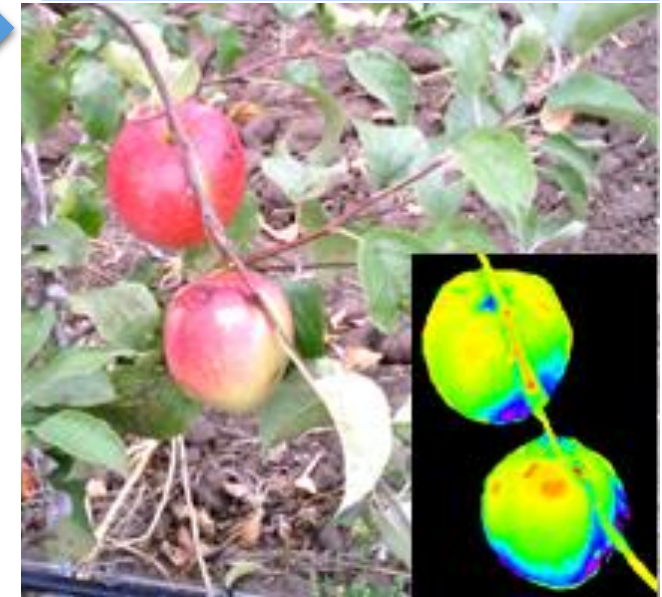
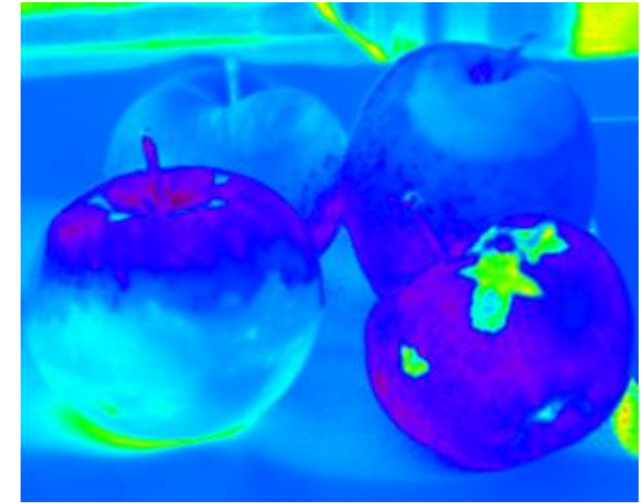
- «Биология» повреждений



- Анализ спектров отражения

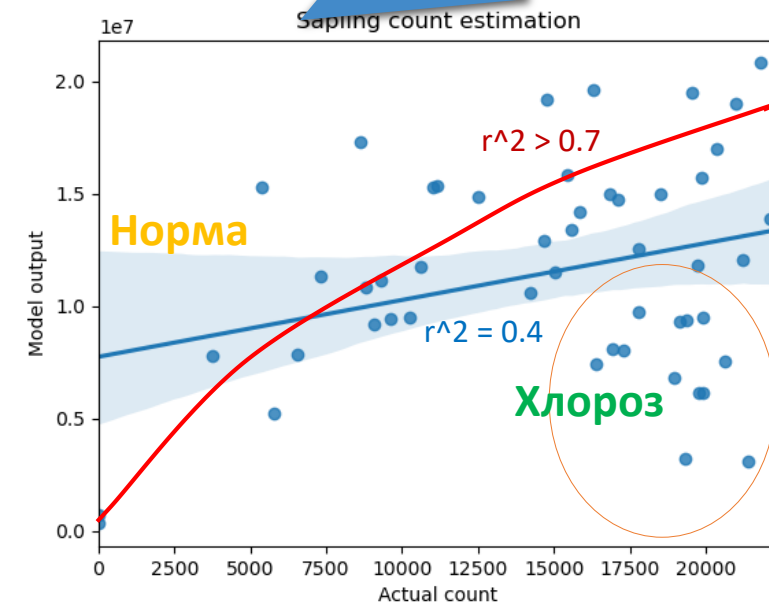


- Визуализация и детекция в саду

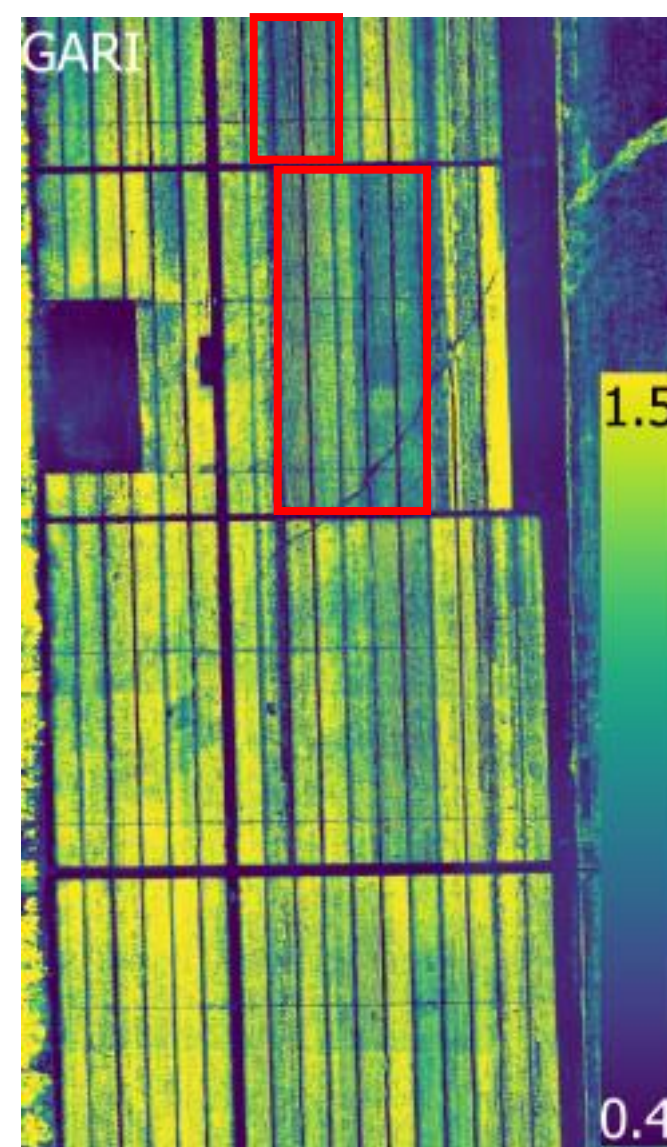
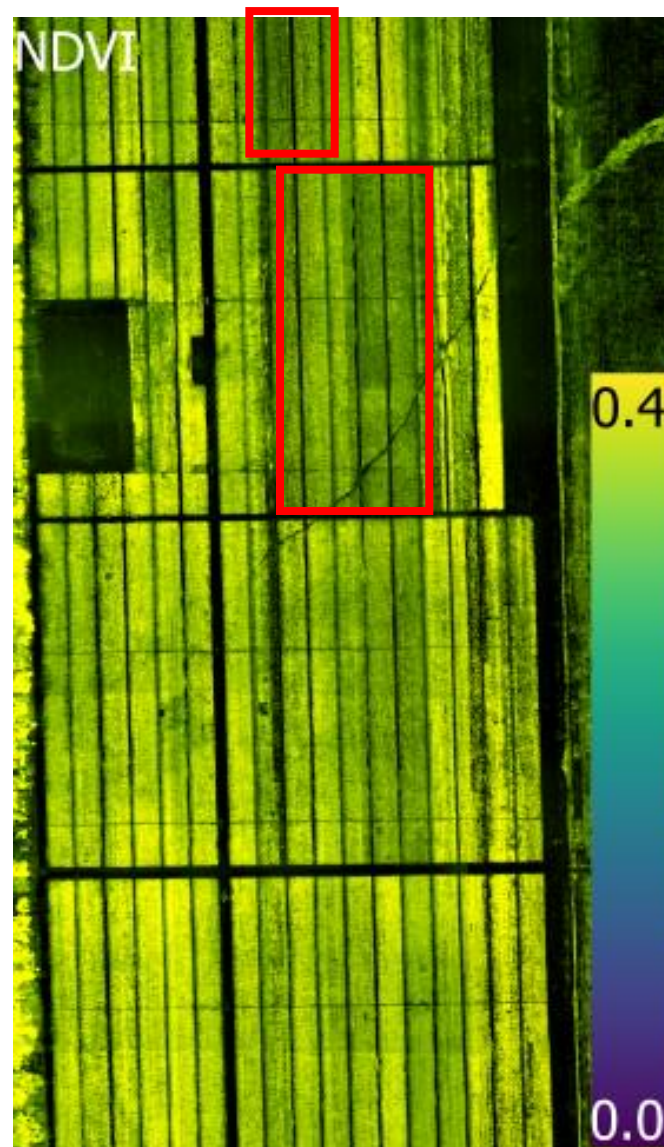


Мониторинг саженцев в питомнике

- Аэрофотосъёмка (БПЛА)
- Сшивка и геопривязка
- Предобработка
- ИИ-анализ (подсчёт растений)
- Выявление аномалий



Детекция хлороза растений в питомнике



Неинвазивный мониторинг зимнего покоя растений

- Зимний покой - важная адаптация растений средней полосы к переживанию холодного сезона
- От прохождения периода покоя зависит цветение и завязывание плодов - урожай плодовых культур
- От глубины покоя зависит устойчивость растений к аномалиям климата

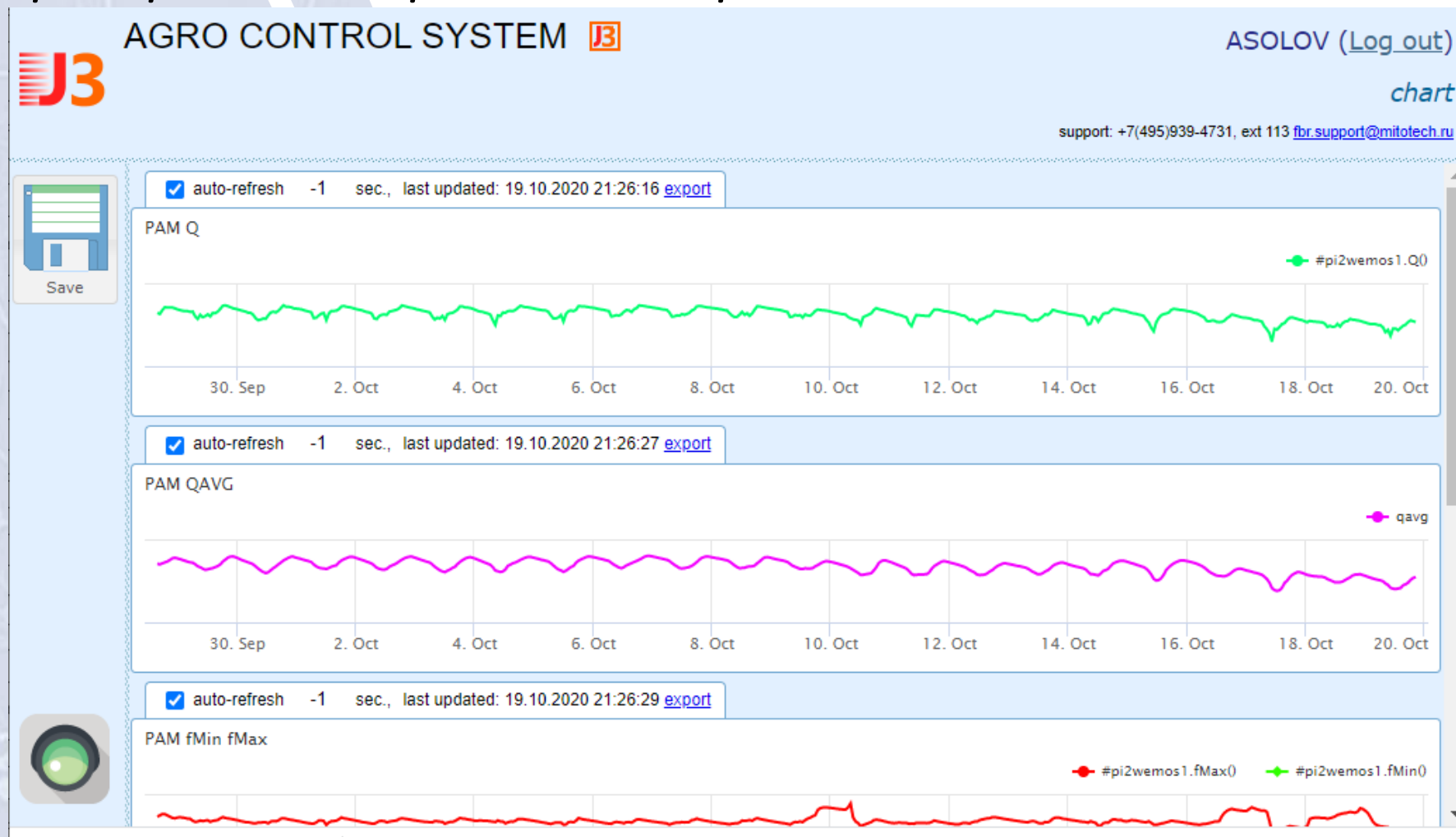
Важно иметь достоверную количественную информацию о динамике и глубине покоя плодовых в реальном времени!

IoT-датчики физиологического состояния растений в интенсивном саду

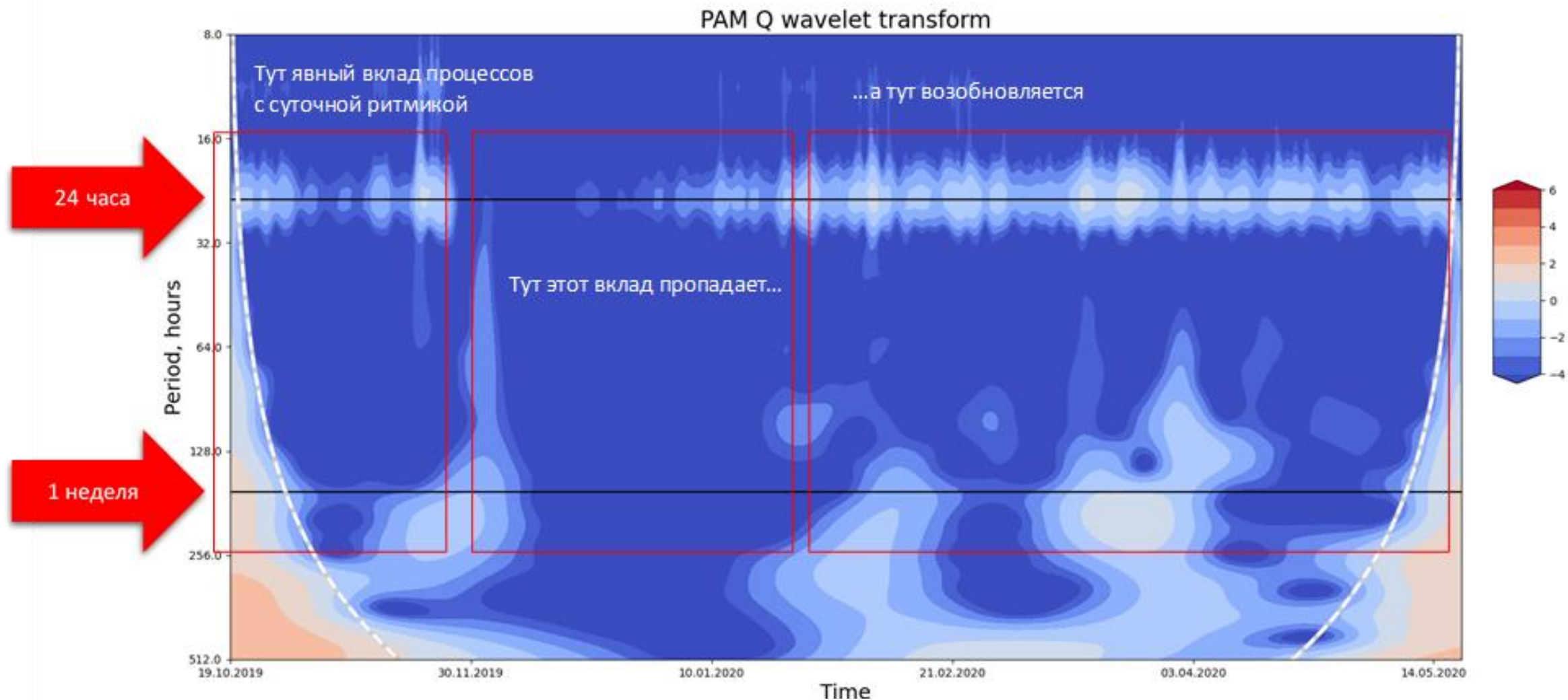


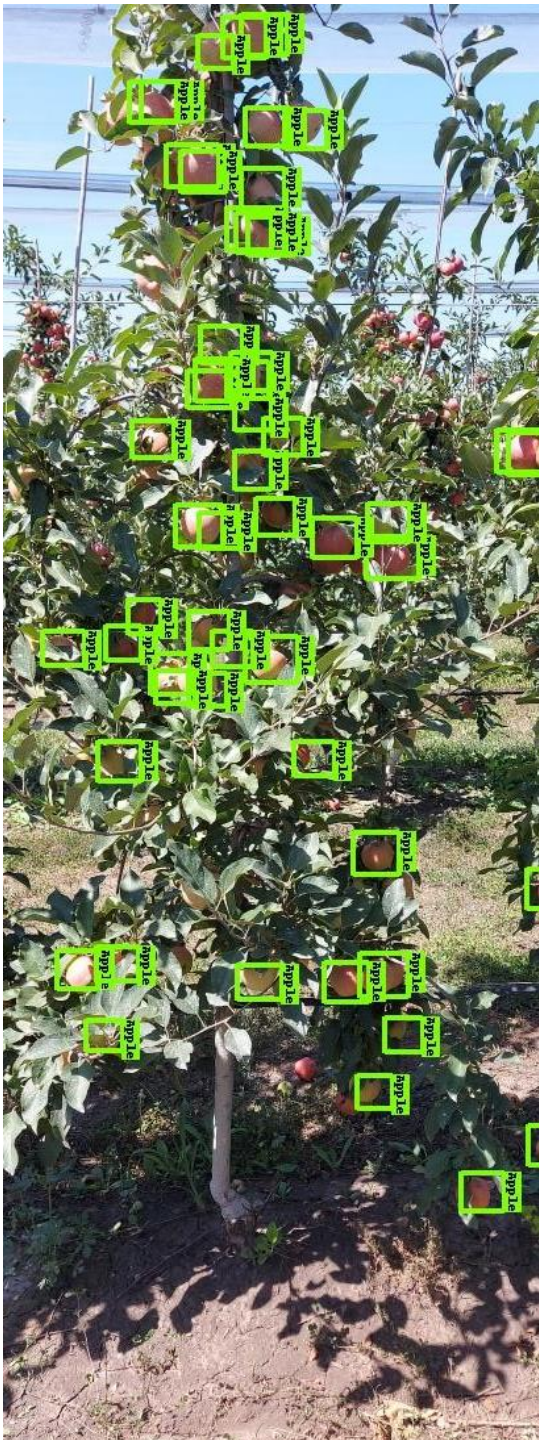
13

Пример телеметрии детектора покоя



Вейвлет-анализ влияния процессов с разной периодичностью на фотосинтетический аппарат





Итоги и перспективы

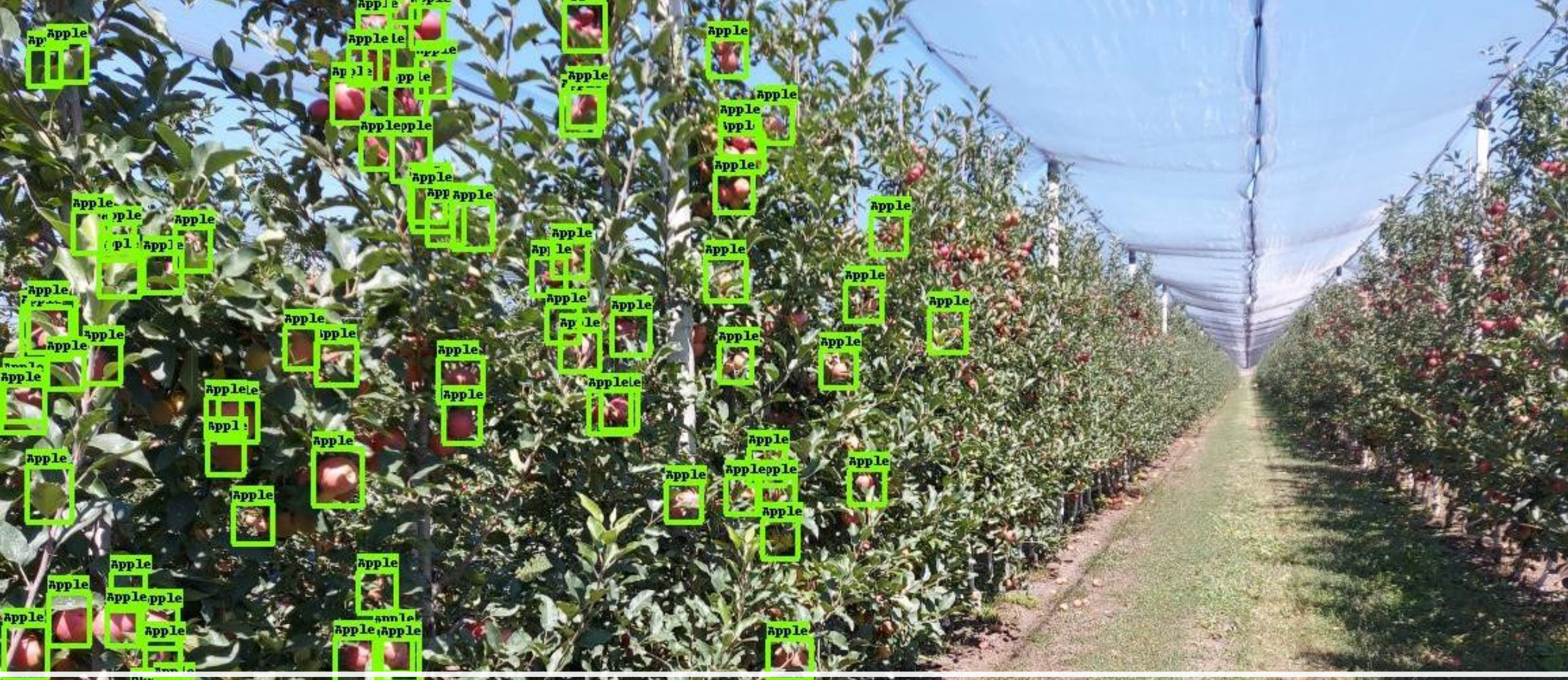
- Достижение стратегических целей производства плодов в РФ невозможно без широкого развёртывания ИТ для точного садоводства.
- ИТ для садоводства – молодое, динамично развивающееся направление с высоким рыночным потенциалом.
- Ключевые технологии – мониторинг (от начала вегетационного сезона до реализации урожая), техническое зрение, машинное обучение. В Лаборатории технологий точного садоводства создан ряд прототипов на основе этих технологий.
- Непременное условие успеха - интеграция ИТ-систем с передовыми практиками закладки садов, возделывания и сохранения урожая, управления производством. Продолжается накопление опыта взаимодействия со специалистами-практиками в хозяйствах.

Благодарности



- **Борис Шурыгин, Александр Николенко**
(разработка ИИ и ПО)
- **Роман Ковалёв, Виктор Юдаев**
(инжиниринг роботизированной платформы)
- **Михаил Акимов, Андрей Кузин, Елена Цуканова, Евгений Ткачёв**
(ФНЦ имени Мичурина, Мичуринск)
- **Айдын Ширинов, Виталий Величко**
(ООО «Плодообъединение «Сады Ставрополя»)
- **Андрей Беззубенко, Светлана Жуковская**
(ООО «Зоринский сад»)
- **Елена Скрипникова, Артём Киреев**
(Центр БПЛА ТГУ имени Г.Р. Державина, Тамбов)





Спасибо за внимание!

