



Федеральный научный агроинженерный центр
ВИМ



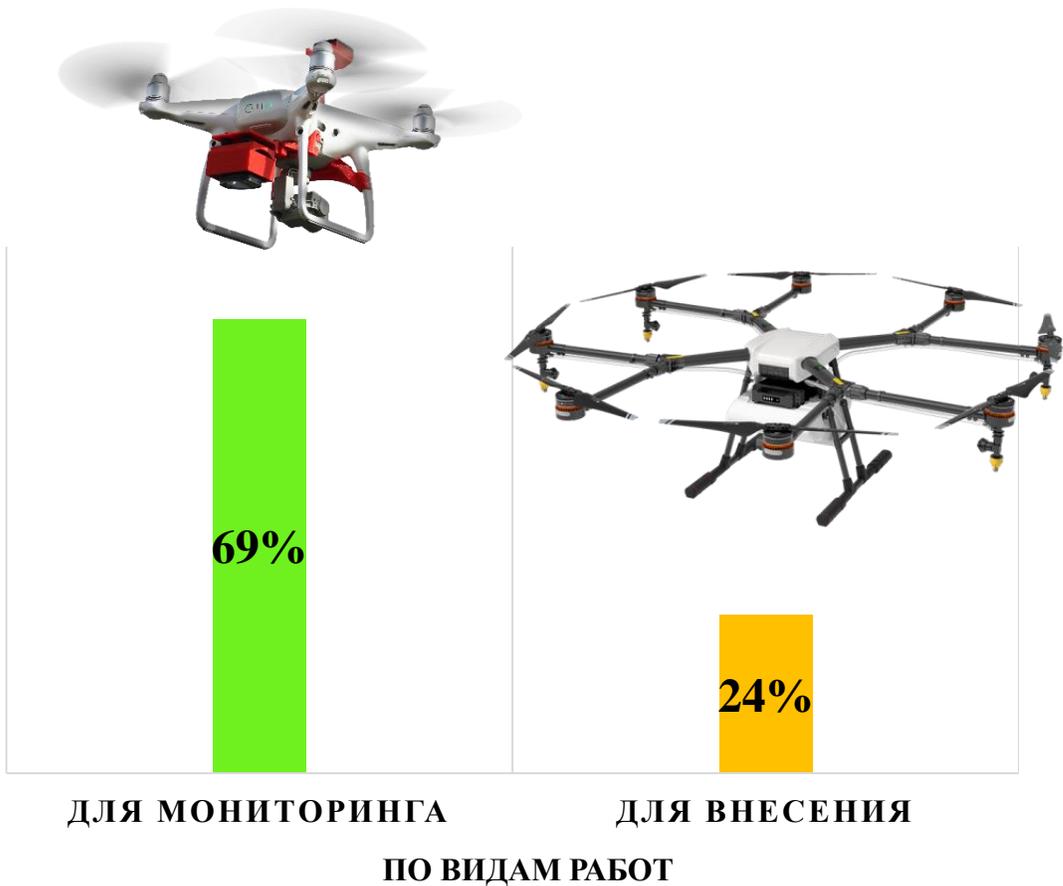
**Мониторинг сельскохозяйственных биообъектов
с использованием технологий БВС и искусственного интеллекта**

Курбанов Рашид Курбанович, канд. техн. наук,
заведующий лабораторией ФГБНУ ФНАЦ ВИМ



Тенденции развития рынка БВС

Оснащенность в мире техническими средствами



По оценкам J'son & Partners Consulting

Распределение разрабатываемых в РФ БАС по сферам применения, %



По данным аналитического отчета Ассоциации «Аэронекст», 2023



Использование БВС в сельском хозяйстве



Мониторинг состояния растений



Анализ параметров почвы



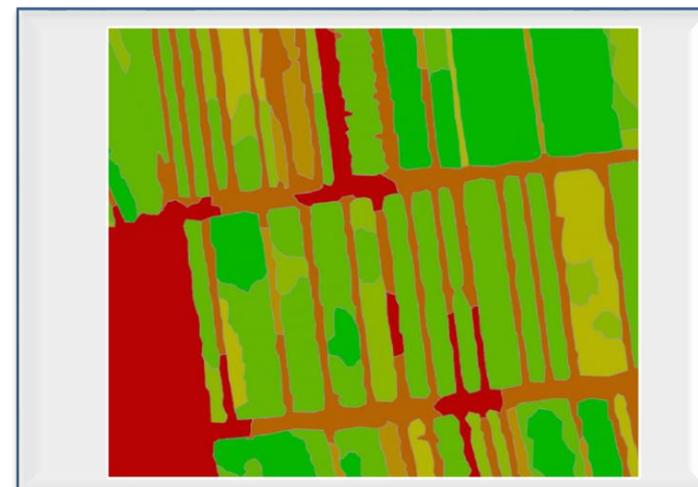
Обработка растений



Контроль технологических операций



Разработка рекомендаций





Технологический процесс мониторинга почвы и растений с использованием БВС





Операции технологического процесса мониторинга

Производительность за 1 полёт от 4 до 30 га

Плановая и высотная точность получаемых материалов от 3 до 5 см в плане и по высоте

Этапы	Время	Операции			
1. Аэрофотосъемка сельскохозяйственных биообъектов	30 минут	Подготовка полётного задания	Установка базовой станции	Координаты контрольных точек	Аэрофотосъёмка
2. Конвертация и подготовка данных	1 час	Постобработка ГНСС данных	Аэрофототриангуляция		Оценка точности
3. Анализ и обработка данных	3 часа	Создание 3D моделей, цифровых карт и других выходных материалов			



БВС и полезная нагрузка

БВС мультикоптерного типа



БВС самолетного типа



Полезная нагрузка



Мультиспектральные камеры

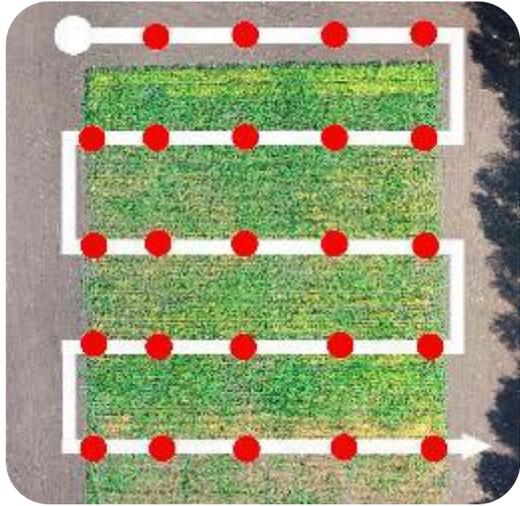


Лазерный сканер

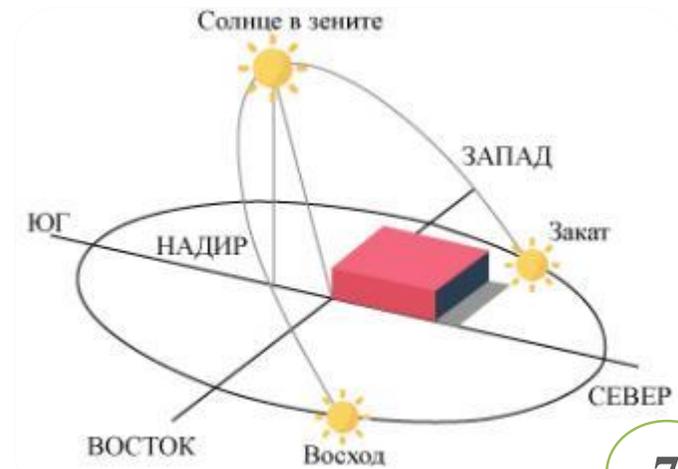
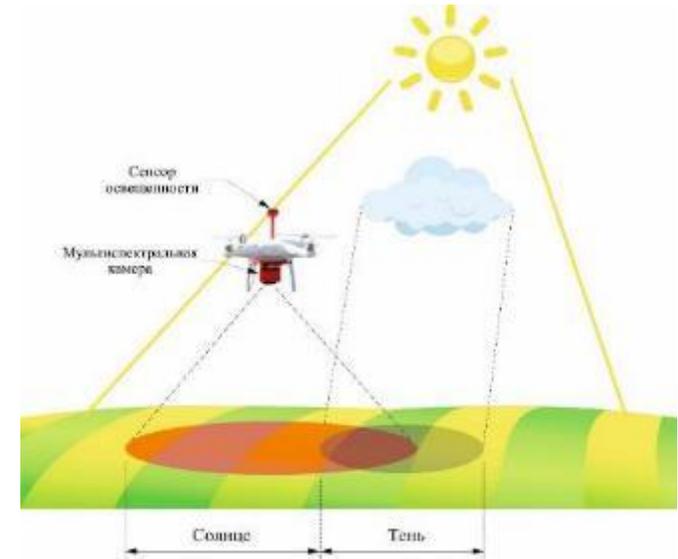
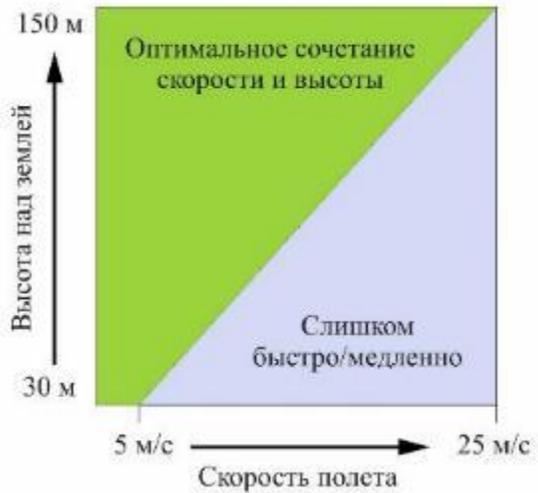


RGB-камеры

Предполетное планирование



Зона перекрытия 75%





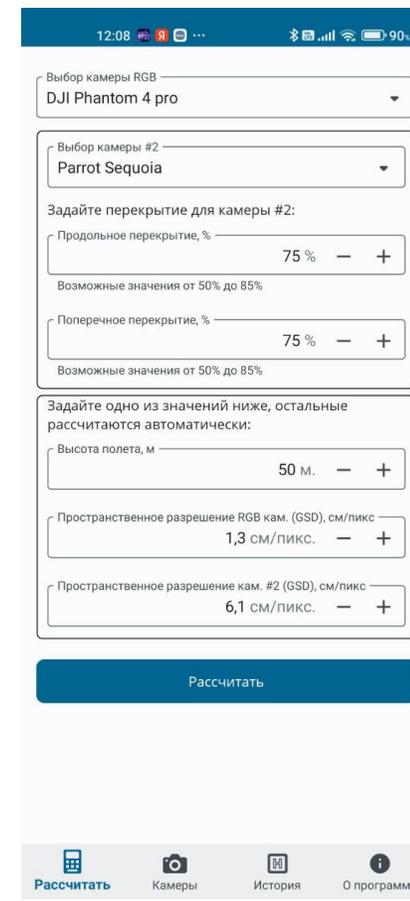
Подготовка полетного задания



Подготовка полетного задания осуществляется с помощью специального ПО для мобильных устройств.

Полёты выполняются в полностью автоматическом режиме по заранее созданной миссии.

Миссии сохраняются на устройстве и позволяют выполнять их многократно без необходимости создавать их заново.





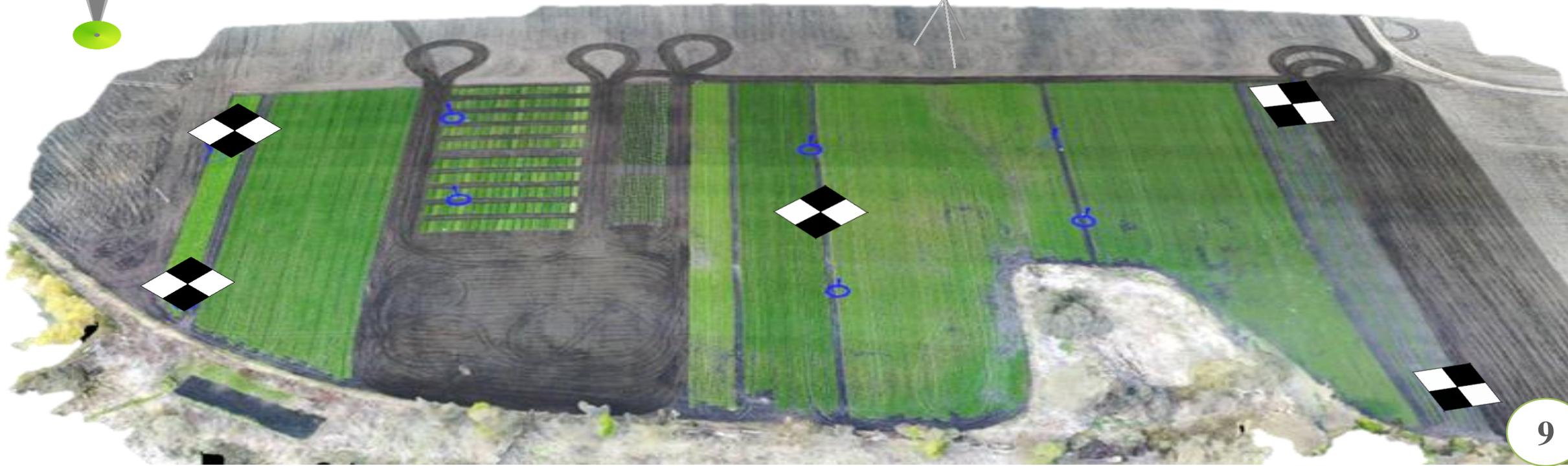
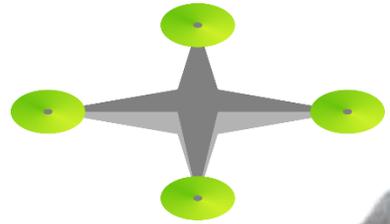
Установка базы и контрольных точек



Для контроля точности получаемых результатов необходимо заложить достаточное количество контрольных точек.



Базовую станцию необходимо устанавливать на точку с известными координатами.





Выполнение аэрофотосъёмки



Аэрофотосъёмка выполняется по заранее сформированному маршруту в автоматическом режиме (взлёт, полёт и посадка) под контролем оператора.



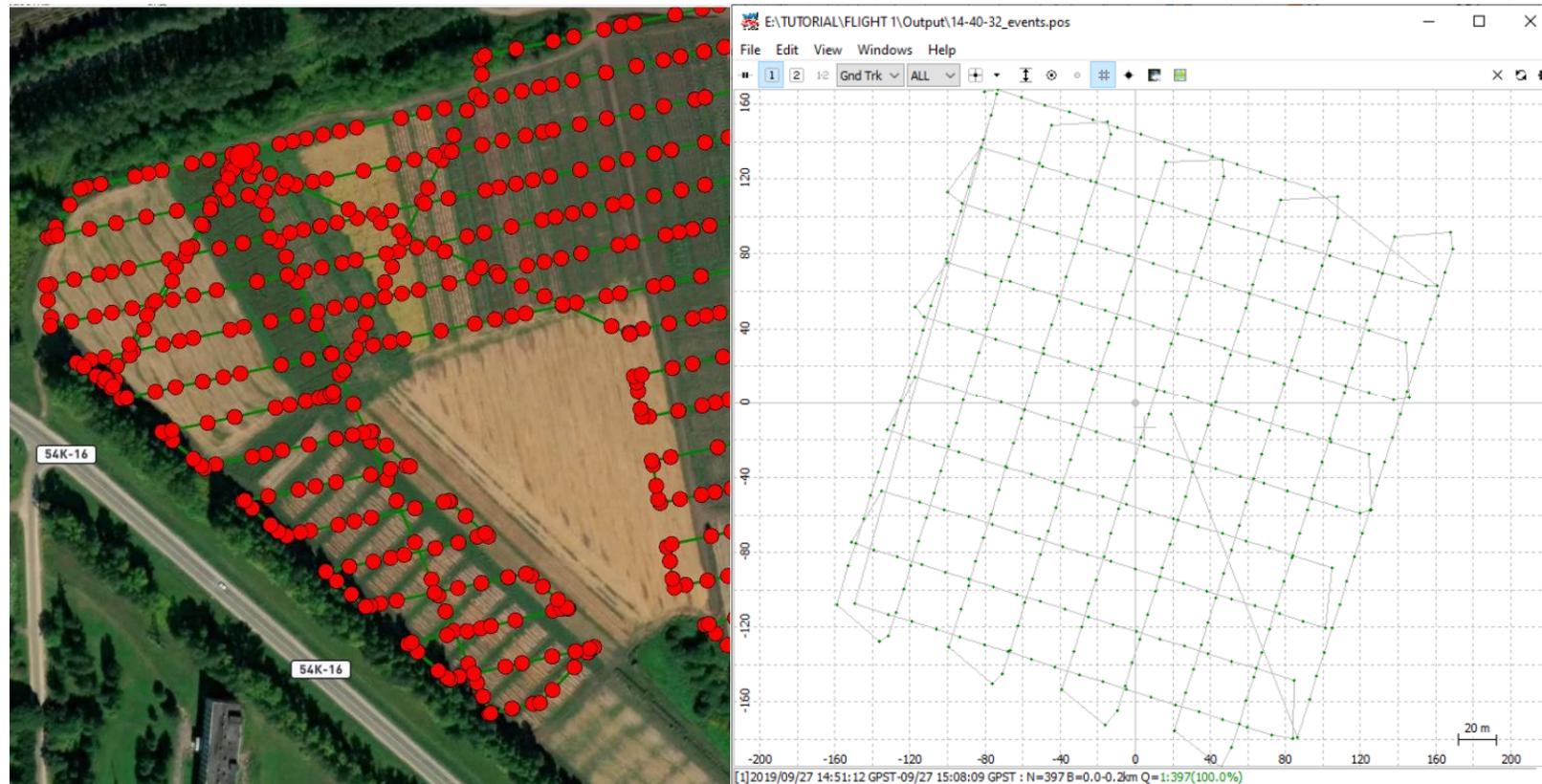


Конвертация и подготовка данных

Постобработка данных ГНСС измерений и подготовка данных

ГНСС данные конвертируются в необходимые форматы в бесплатном программном обеспечении с открытым исходным кодом RTKLIB

В специальном ПО производится сопоставление фотоснимков и ГНСС данных с бортового приемника с последующей записью высокоточных координат в EXIF файлов изображений



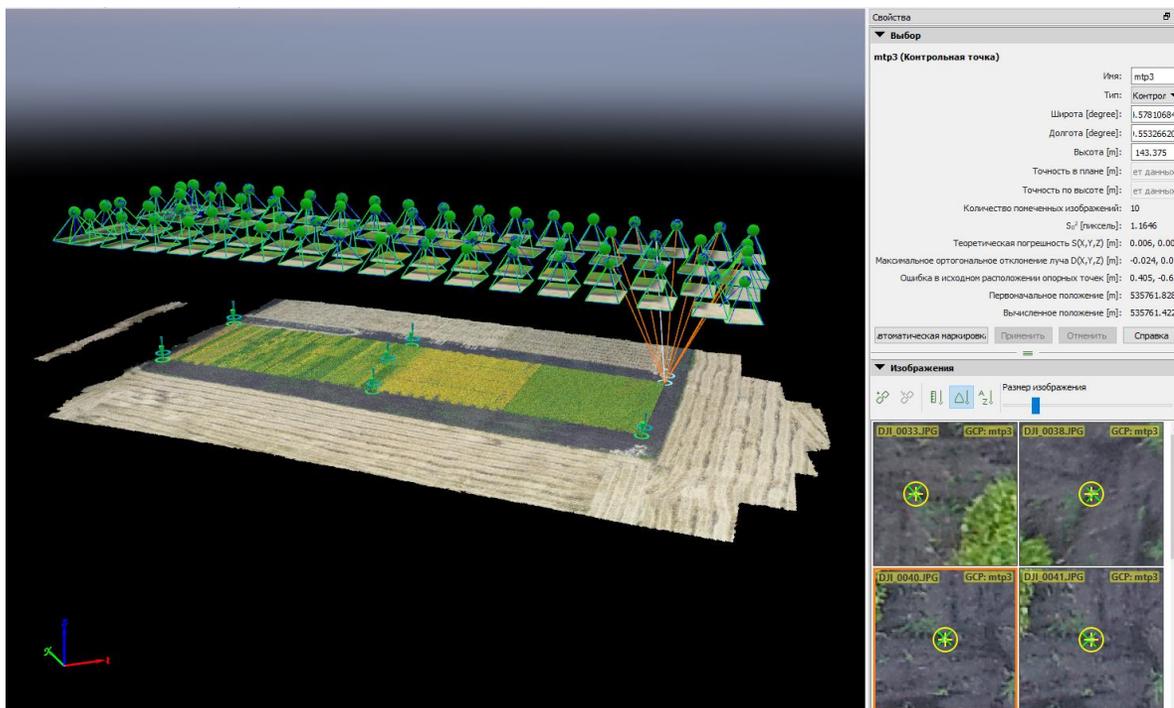


Оценка точности

После завершения процессов постобработки данных ГНСС измерений и аэрофототриангуляции необходимо осуществить оценку точности.

Для этой цели используются ранее заложенные на местности наземные контрольные точки.

Результатом оценки является отчет по точности измерений.



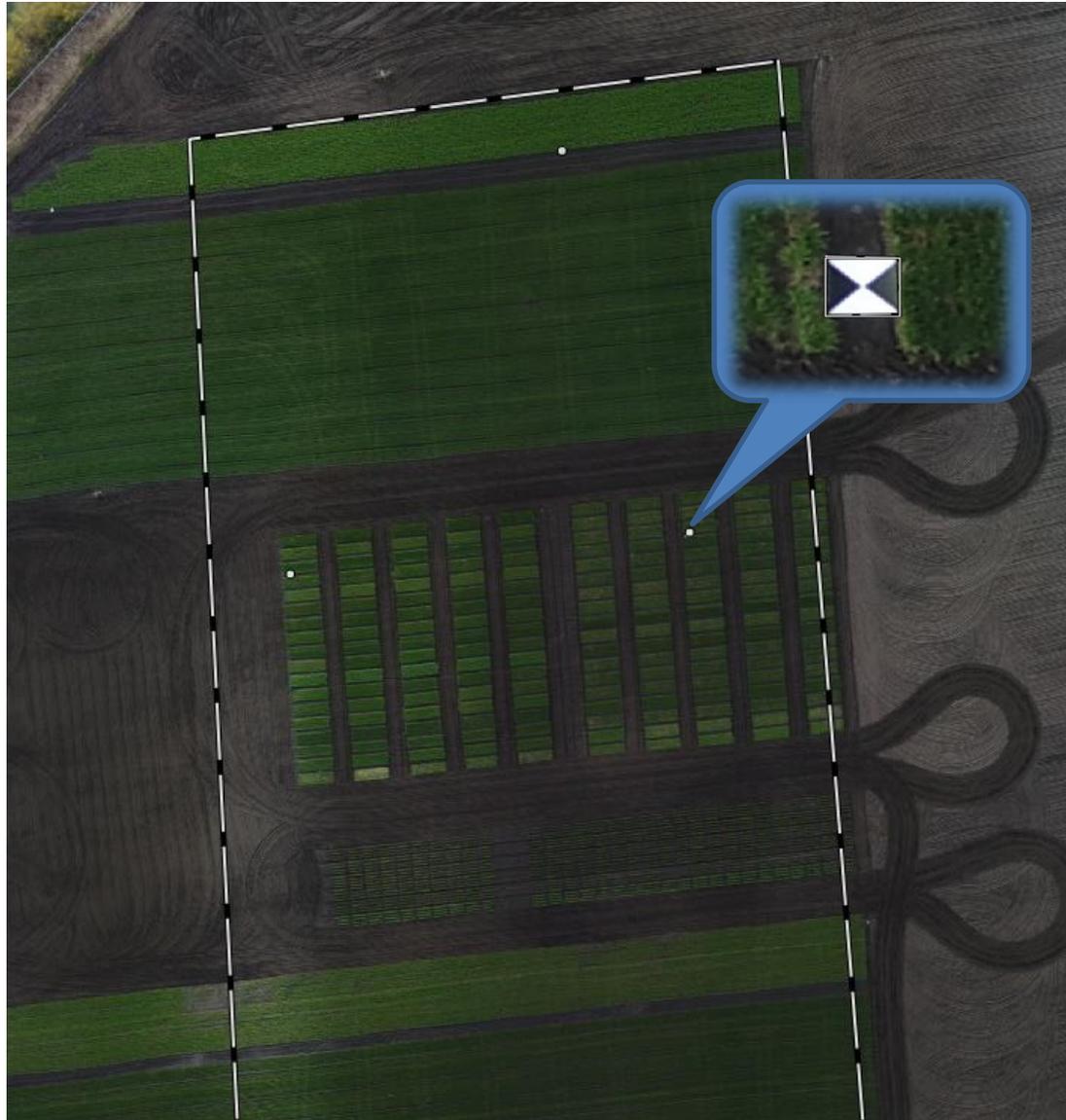
Check Point Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z[m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
mtp1		-0.007	-0.052	-0.010	1,637	6/6
mtp2		-0.014	-0.033	-0.016	0,850	8/8
mtp3		0.012	-0.013	0.001	1,290	10/10
mtp4		-0.020	-0.008	-0.003	1,651	14/14
mtp5		-0.035	0.018	0.009	0,903	12/12
mtp6		-0.008	-0.005	0.008	1,094	14/14
mtp7		0.000	-0.002	0.034	1,483	7/7
Mean [m]		-0.008387	-0.012046	0.002884		
Sigma [m]		0.013723	0.020215	0.014203		
RMS Error [m]		0.016083	0.023532	0.014493		



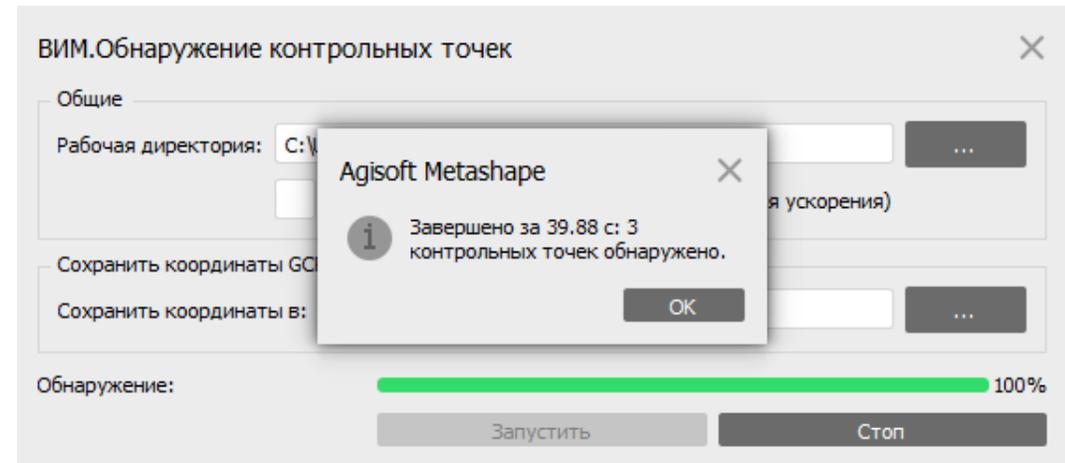
Анализ и обработка данных

Обработка данных аэрофотосъемки осуществляется в фотограмметрическом программном обеспечении:
Pix4Dmapper, Pix4DFields, Bentley Context Capture, Agisoft Metashape





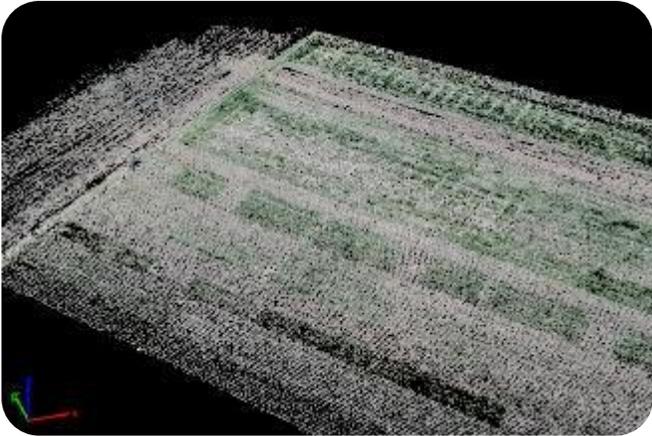
Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2024616648 от 22.03.2024



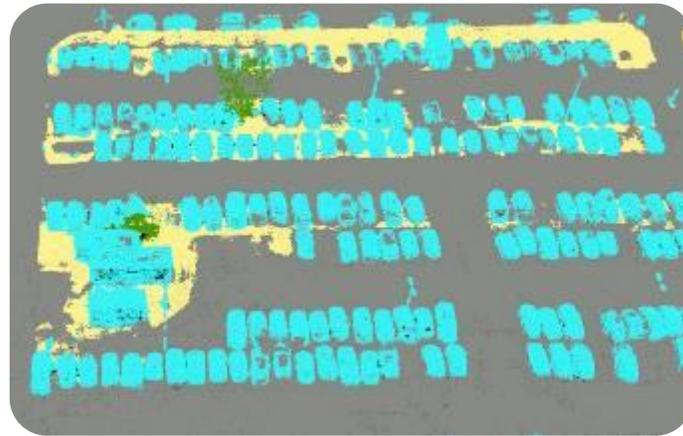
Результаты распознавания контрольных точек



Анализ и обработка данных



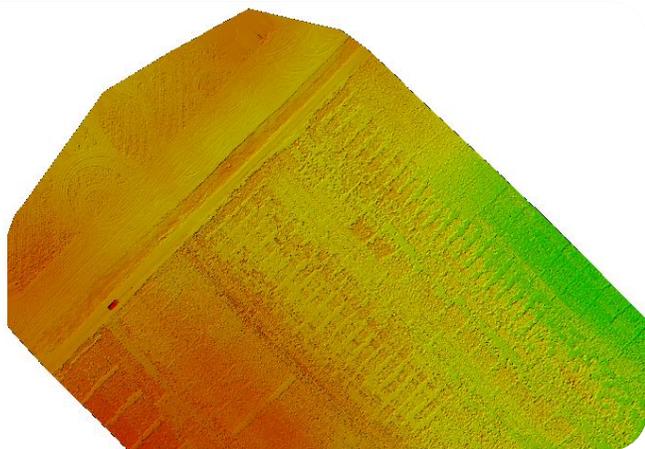
Построение плотного облака точек



Классификация плотного облака точек



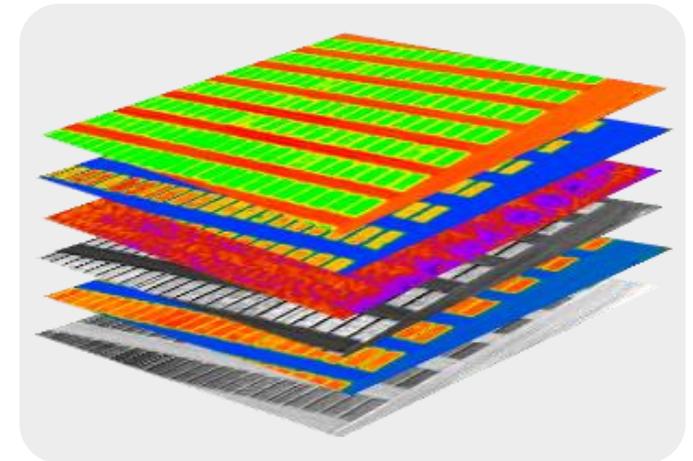
Создание триангуляционной модели (TIN)



Создание ЦМР, ЦММ (DEM, DTM)



Создание ортофотоплана



Создание вегетационных карт



Автоматический подсчет растений

Были подсчитаны растения картофеля и свеклы на фазе всходов.

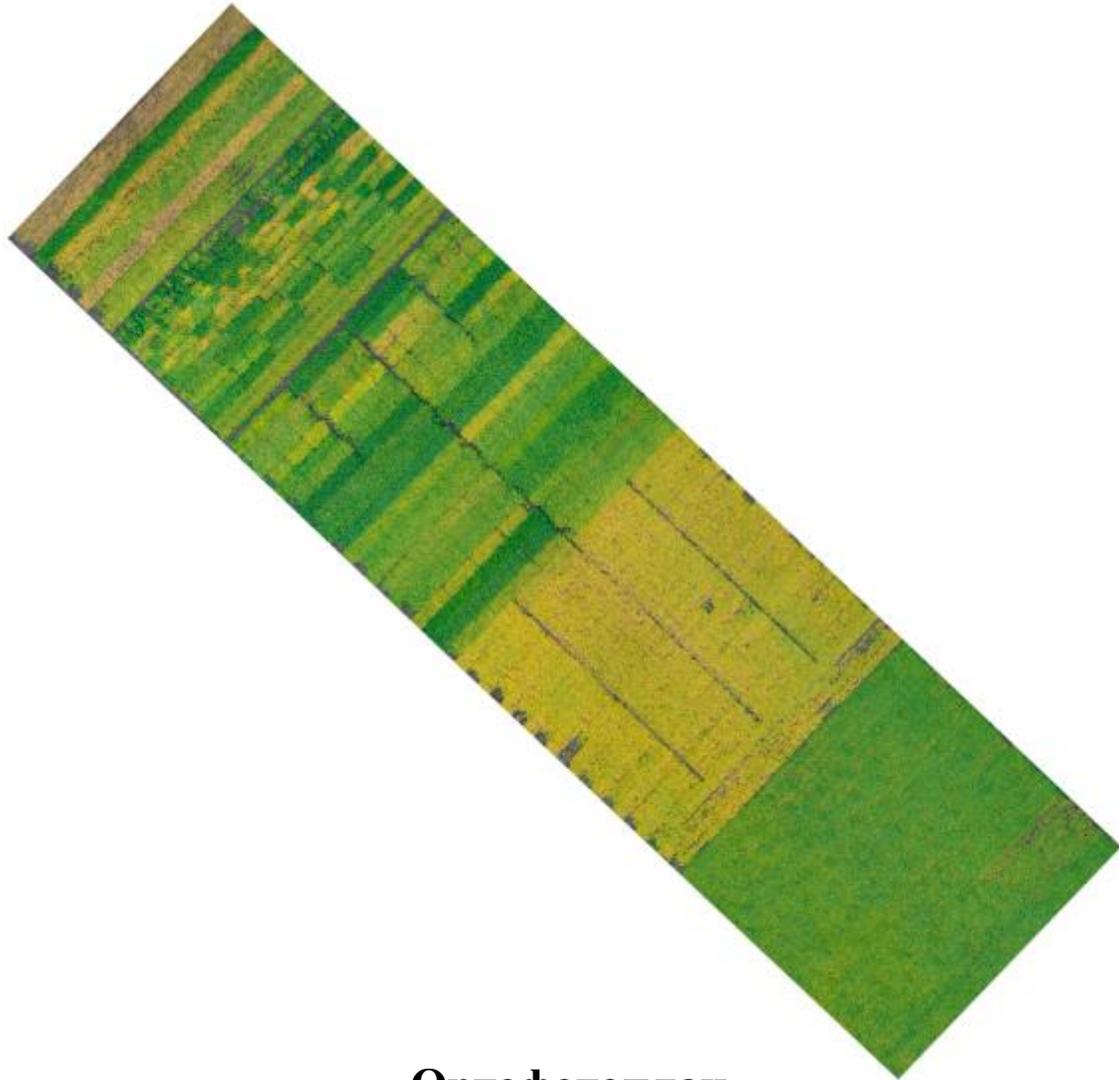
Было обнаружено 13 256 всходов картофеля и 1 148 всходов свеклы.

Расчеты проводятся в геоинформационной системе Global Mapper.

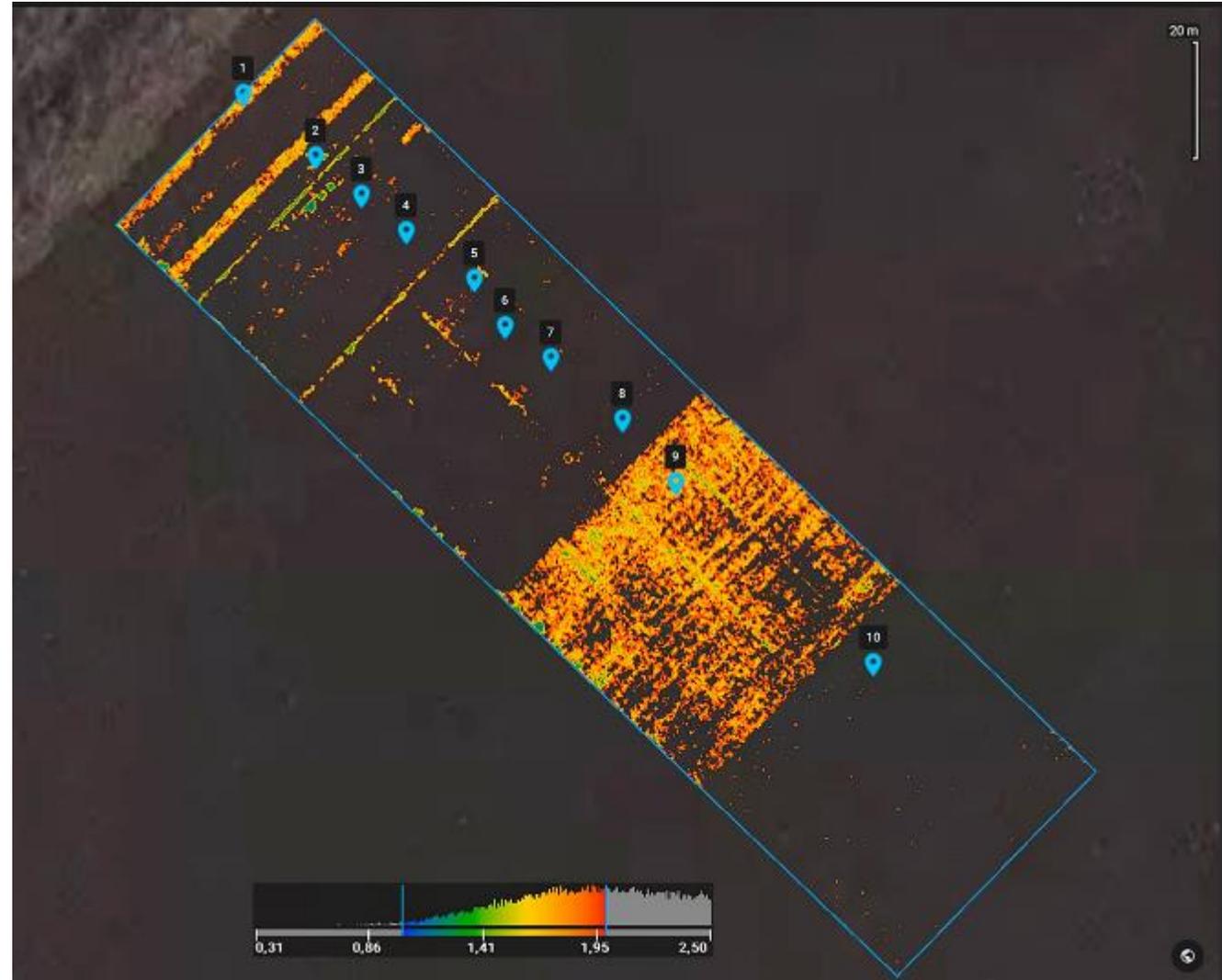




Определение готовности к уборке посевов сои



Ортофотоплан



Готовые к уборке посевы, карта CI Green (GCI)



Программное обеспечение для оценки полевой всхожести сои по данным аэрофотосъемки



ContourProgram

Выберите файл *.geojson

Открыть D:\Документы\Проекты\Орел\Орел 23.06.2021\соя\ContourProgram_PA_1\Data\Контур.geojson ✓

Выберите файл описания *.xlsx

Открыть D:\Документы\Проекты\Орел\Орел 23.06.2021\соя\ContourProgram_PA_1\Data\Всходы.xlsx ✓

Выберите файл диапазонов *.docx

Открыть D:\Документы\Проекты\Орел\Орел 23.06.2021\соя\ContourProgram_PA_1\Data\Диапазоны.docx ✓

Выберите файл подложки *.GeoTiff

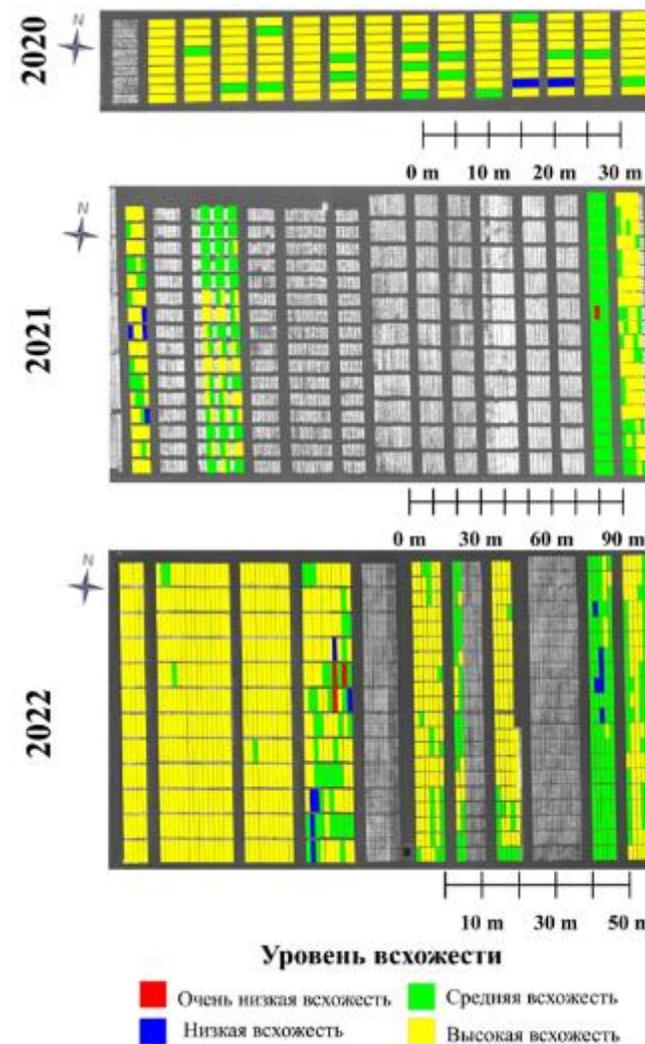
Открыть D:\Документы\Проекты\Орел\Орел 23.06.2021\соя\ContourProgram_PA_1\Data\карта.tif ✓

Группа	COLOR	NDVI	NDRE	ClGreen
Очень низкая всхожесть	Red	0-0,2588	0-0,0824	0-0,6928
Низкая всхожесть	Blue	0,2589-0,3036	0,0825-0,1212	0,6929-1,0042
Средняя всхожесть	Green	0,3037-0,3708	0,1213-0,1794	1,0043-1,4713
▶ Высокая всхожесть	Yellow	0,3709-0,5	0,1795-0,3	1,4714-2,5
*				

Выберите место сохранения

Задать C:\Users\DG\Desktop\Контур_new.geojson ✓

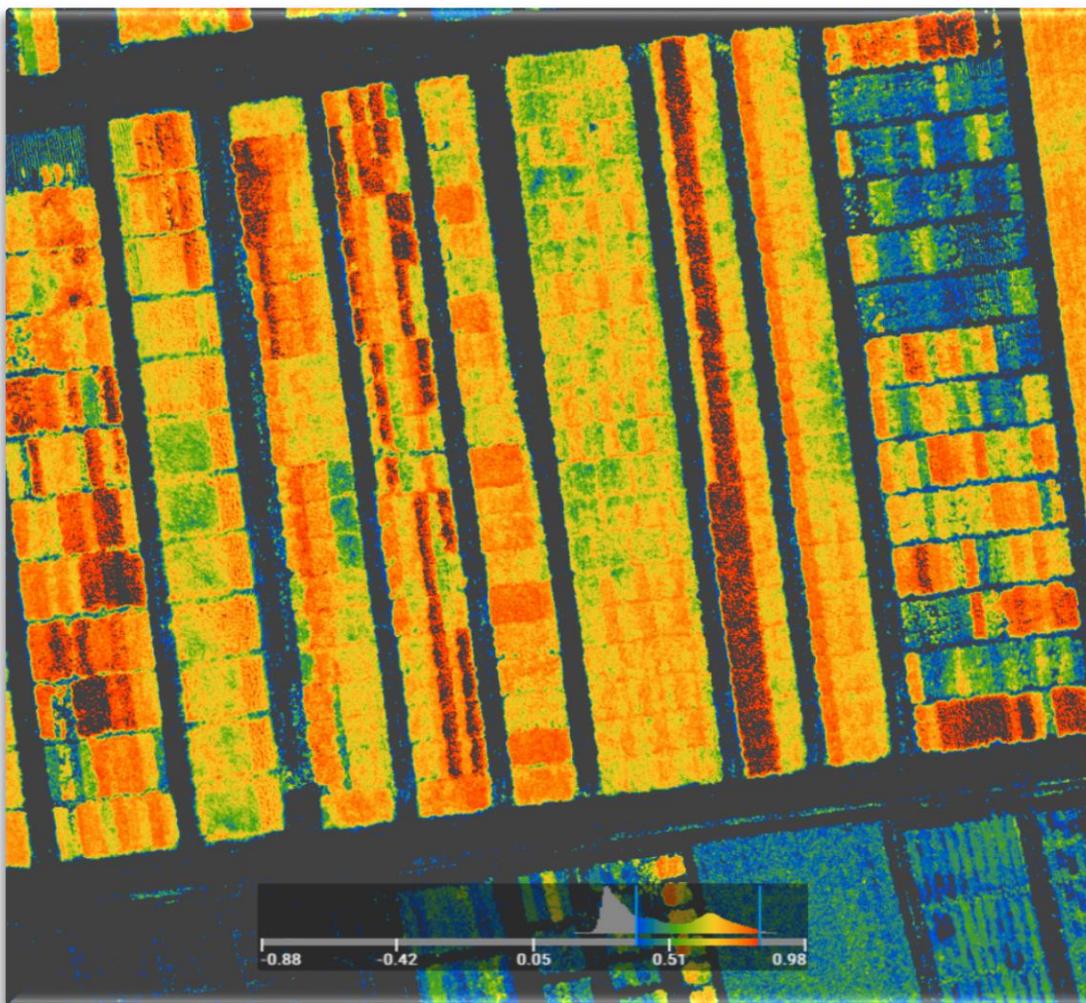
Обработать





Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

Программное обеспечение для прогнозирования содержания жира в семенах сои



ВИМ.Анализ растений

Инструменты Вид **Настройки** Помощь

Полное цветение **Формирование плодов** Налив семян

Выберите файл *.geojson

Открыть

Выберите файл подложки *.GeoTiff

Открыть

Выберите файл данных вегетационного индекса MCARI *.xlsx

Открыть

Drag a column header here to group by that column

Группа	Цвет области	Прогноз содержания масла в семенах...
Менее 17%	Red	<17%
От 17% до 18%	#FFFF8000	17%-18%
От 18% до 19%	Yellow	18%-19%
От 19% до 20%	#FF80FF80	19%-20%
От 20% до 21%	Green	20%-21%
От 21% до 22%	Blue	21%-22%
Более 22%	Red	>22%

Выберите место сохранения

Задать

Обработать

Обработка: [] обработано: Открытие файла MCARI XLSX Версия: 1.0.0 beta

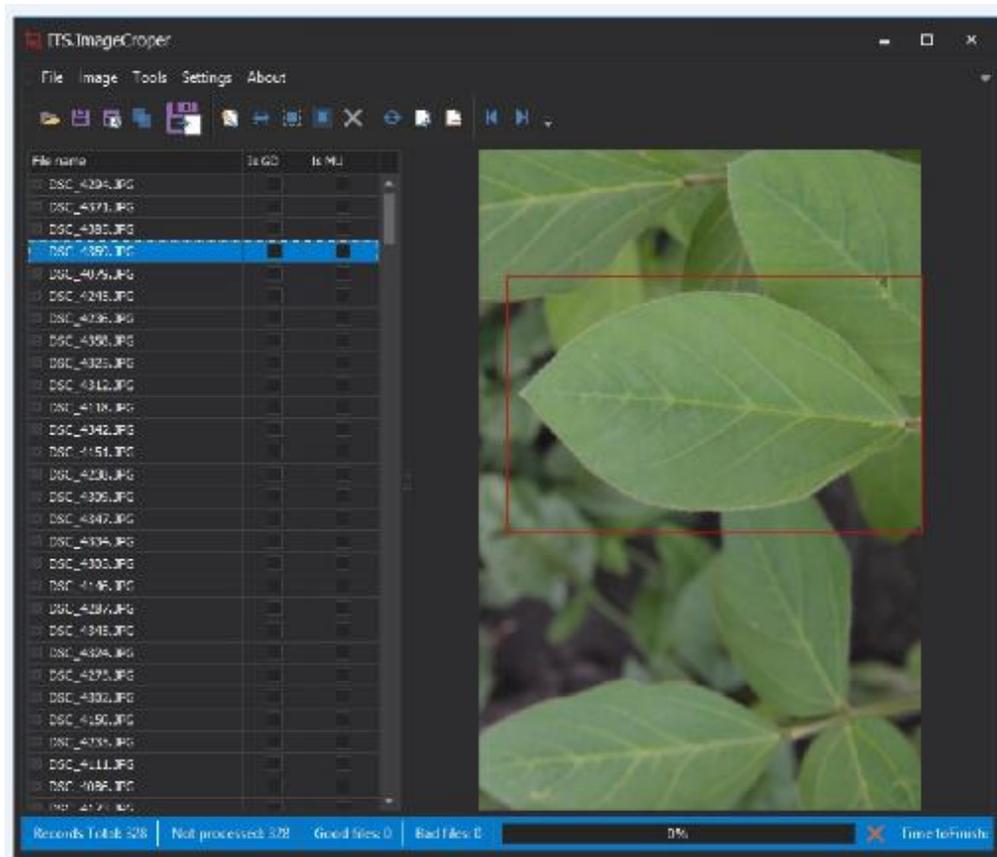


Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

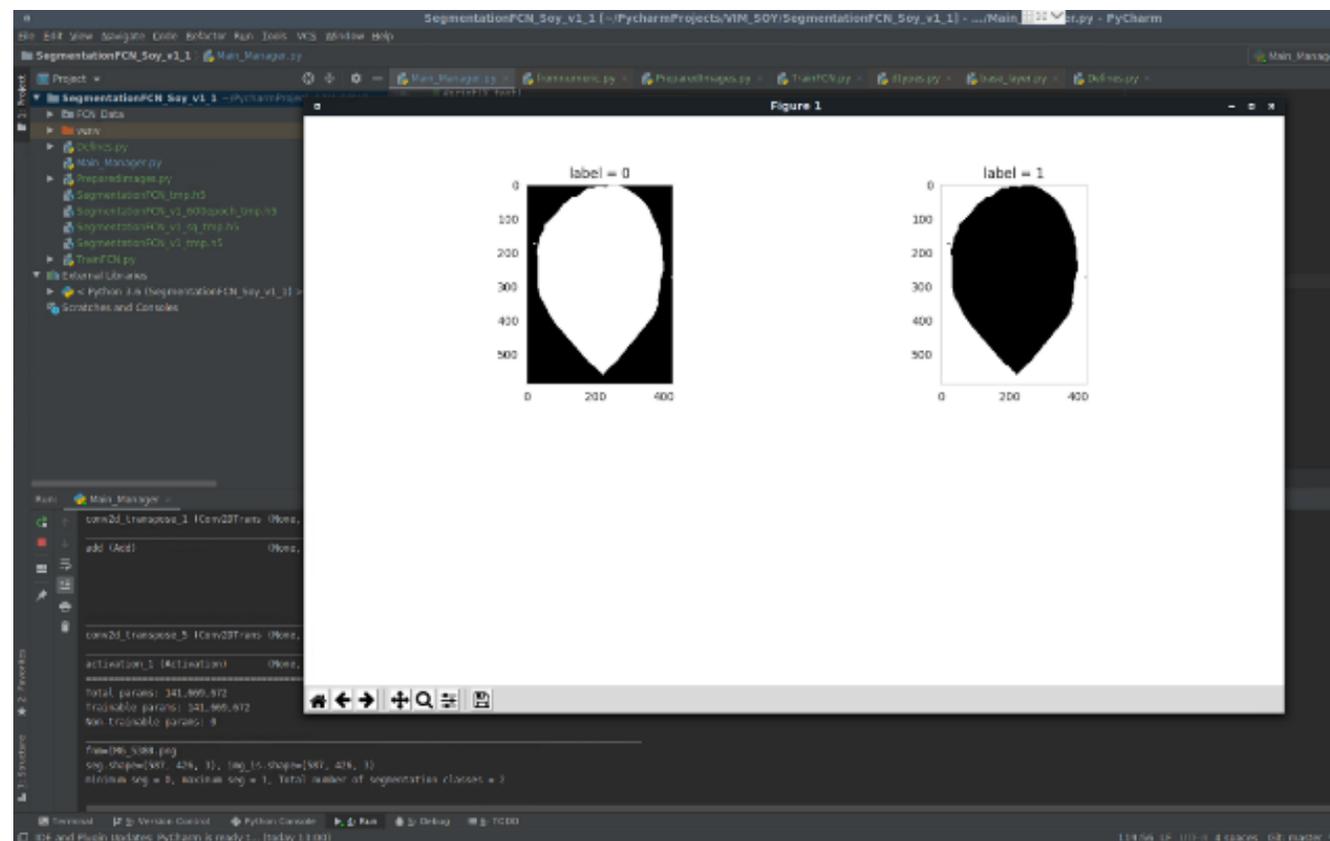
Разработка программных инструментов для подготовки данных



**Программное обеспечение ITS.ImageCroper
для автоматизации процесса подготовки данных**



**Программное обеспечение ITS.ImagePrepare, позволяющее автоматически
создавать обучающую маску изображения по очищенному от фона изображению**





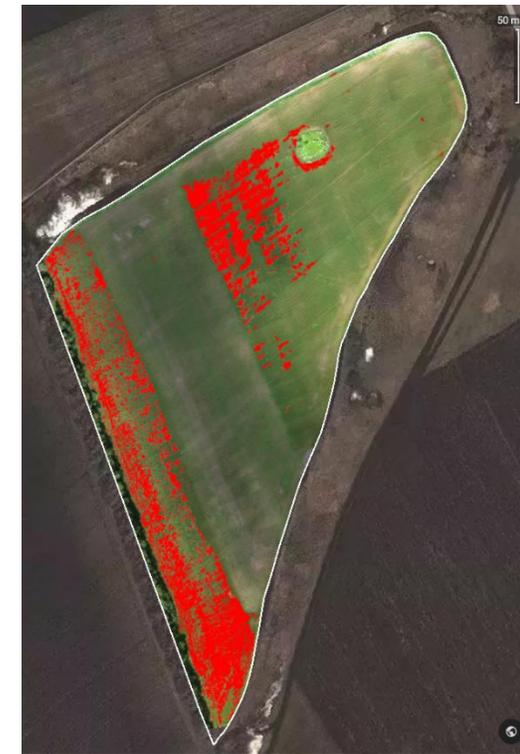
Определение площади полегания посевов ярового ячменя

Применение нейронных сетей



Время на анализ 1 га: ~ 40 минут

Анализ мультиспектральных данных



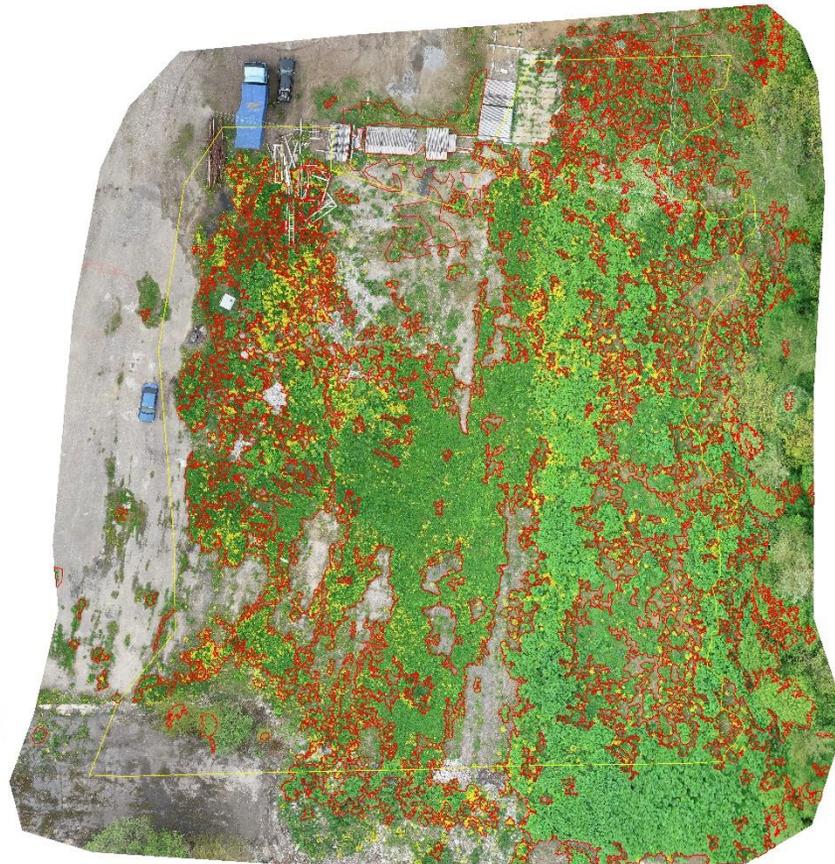
Время на обработку и дешифрацию 1 га: ~ 2 часа



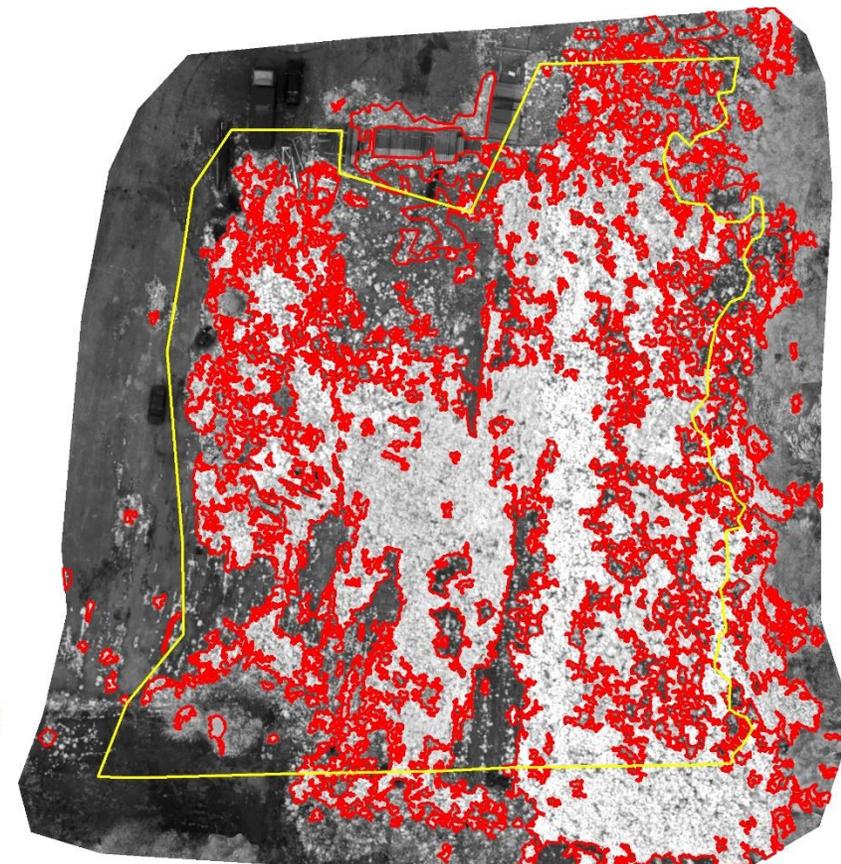
Ортофотоплан местности



Ортофотоплан видимого диапазона с
выделением мест произрастания
борщевика Сосновского



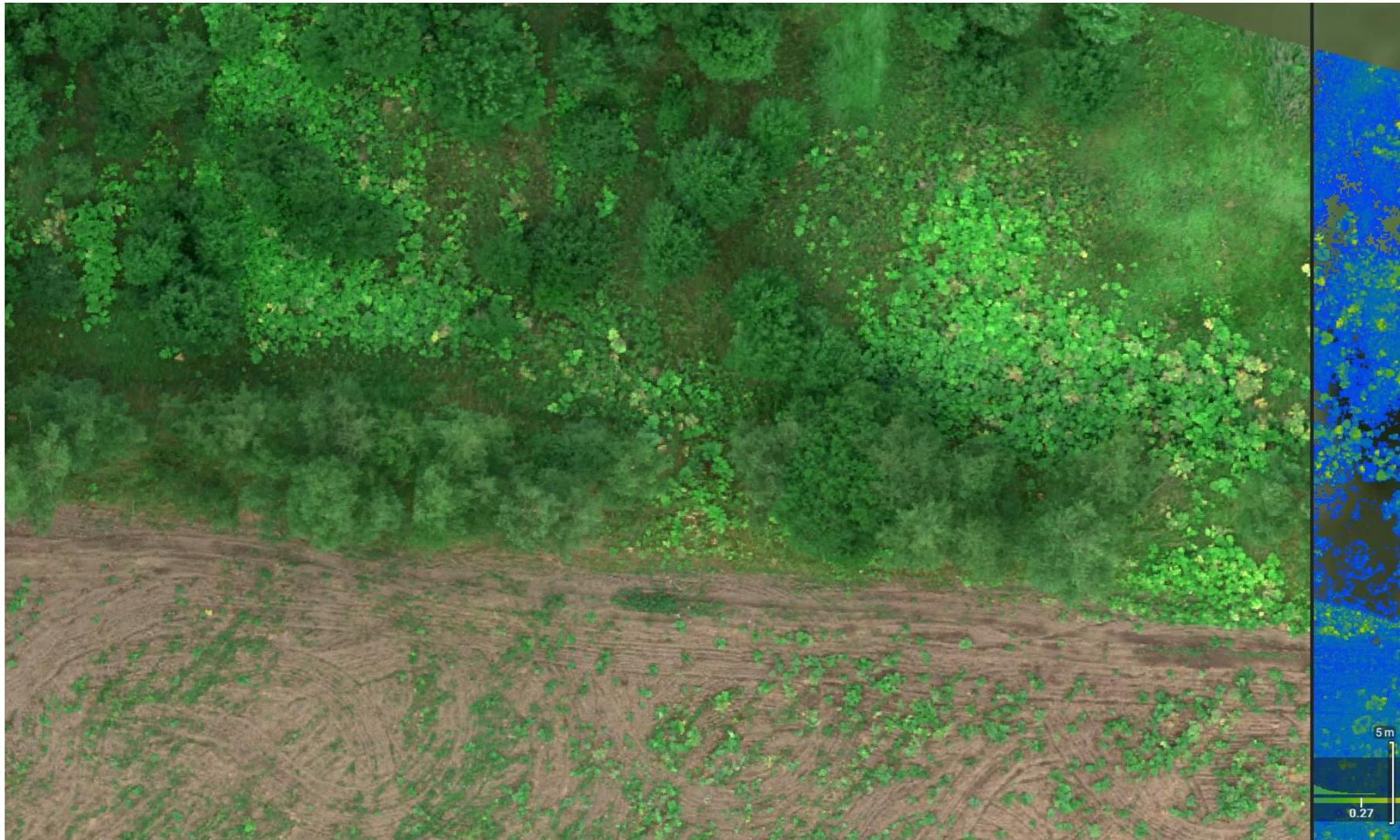
Спектральная карта с выделением
мест произрастания
борщевика Сосновского





Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

Обнаружение борщевика Сосновского на мультиспектральных данных





Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

Программное обеспечение для распознавания борщевика Сосновского на основе методов глубокого обучения



Распознавание борщевика

Управление

Выберите базу знаний:

Загрузить файл KLM

Выделить область

Предварительная подготовка изображения:

Яркость:

Контрастность:

Четкость:

Цветовая температура (К):

Насыщенность:

Отображать процесс пак. обработки:

Отображать проц. непрерв. обработки:

Пакетная обработка данных

Непрерывная обработка данных

Обработка загруженного файла

Сохранить маску

Сохранить результат KLM

Статус соединения с сервером: **On Line** Сообщения: **Нет сообщений**

Версия: 0.25.77



Программное обеспечение для выполнения наземных измерений

АИС "ВИМ.Растениеводство"





Платформенное решение для мониторинга селекционных полей

БВС DJI Phantom 4 pro



Модель БВС	DJI Phantom 4 pro
Полетное время с полезной нагрузкой	15 минут
Грузоподъемность	0,65 кг
Получаемые данные	RGB Мультиспектральные
Точность данных	до 10 см с GCP
RGB камера	Phantom 4 pro
Разрешение	20 мп
Мультиспектральная камера	Parrot Sequoia
Спектральные каналы	Зеленый, красный, крайний красный, ближний инфракрасный, RGB
ПО для управления БВС	Pix4D Capture
ПО для обработки и анализа данных	Pix4D Mapper, Agisoft Metashape, Pix4D Fields



Платформенное решение для высокоточного мониторинга сельскохозяйственных угодий



БВС DJI Matrice 200 v2 с ГНСС приёмником



Модель БВС	DJI Matrice 200 v2 PPK
Полетное время с полезной нагрузкой	21 минута
Грузоподъемность	1,5 кг
Получаемые данные	RGB Мультиспектральные
Точность данных	до 5 см по X, Y, Z
RGB камера	Zenmuse x4s
Разрешение	20 мп
Мультиспектральная камера	Micasense Altum
Спектральные каналы	Синий, зеленый, красный, крайний красный, ближний инфракрасный, термальный
ПО для управления БВС	DJI Pilot, UgCs
ПО для обработки и анализа данных	Pix4D Mapper, Agisoft Metashape, Pix4D Fields



БВС самолетного типа



Мультиспектральная камера Parrot Sequoia



Перспективные направления применения БВС и искусственного интеллекта в растениеводстве



- ✓ Распознавание культур;
- ✓ Ассистент консультант на базе ИИ;
- ✓ Мониторинг культур;
- ✓ Картографирование полей.



Спасибо за внимание!