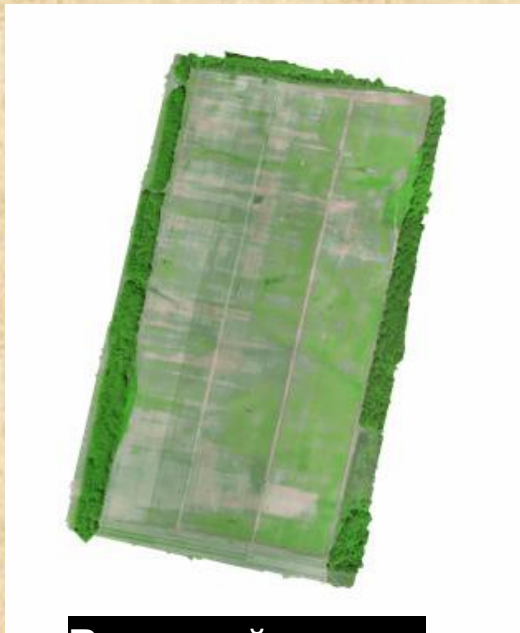


**Решения для сельского хозяйства  
с помощью беспилотных летательных аппаратов**

# Что мы делаем?

С помощью использования дронов мы предоставляем следующие виды услуг:

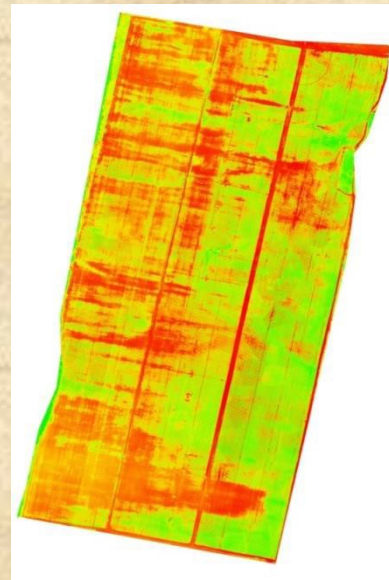
- ✓ Фото и видеомониторинг полей;
- ✓ Контроль качества обработки почвы и посевных работ;
- ✓ Определение засоренности сорняками;
- ✓ Создание карт состояния полей;
- ✓ Анализ потерь всходов;
- ✓ Расчет вегетационных индексов;
- ✓ Анализ густоты посевов;
- ✓ Определение биологических показателей растений;
- ✓ Составление карт для дифференцированного внесения удобрений;
- ✓ Построение моделей рельефа.



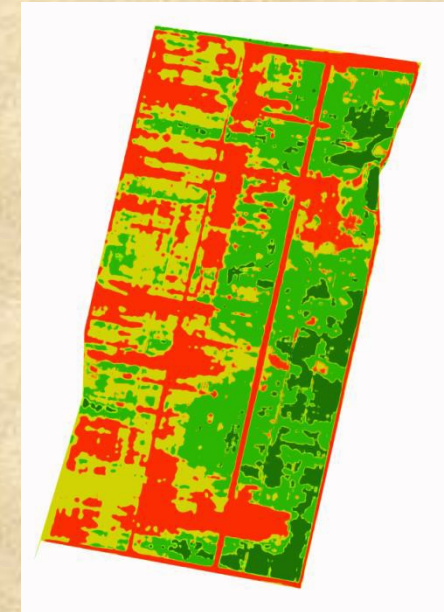
**Видимый спектр**



**Ближний ИК**



**NDVI карта**



**Карта внесения удобрений**

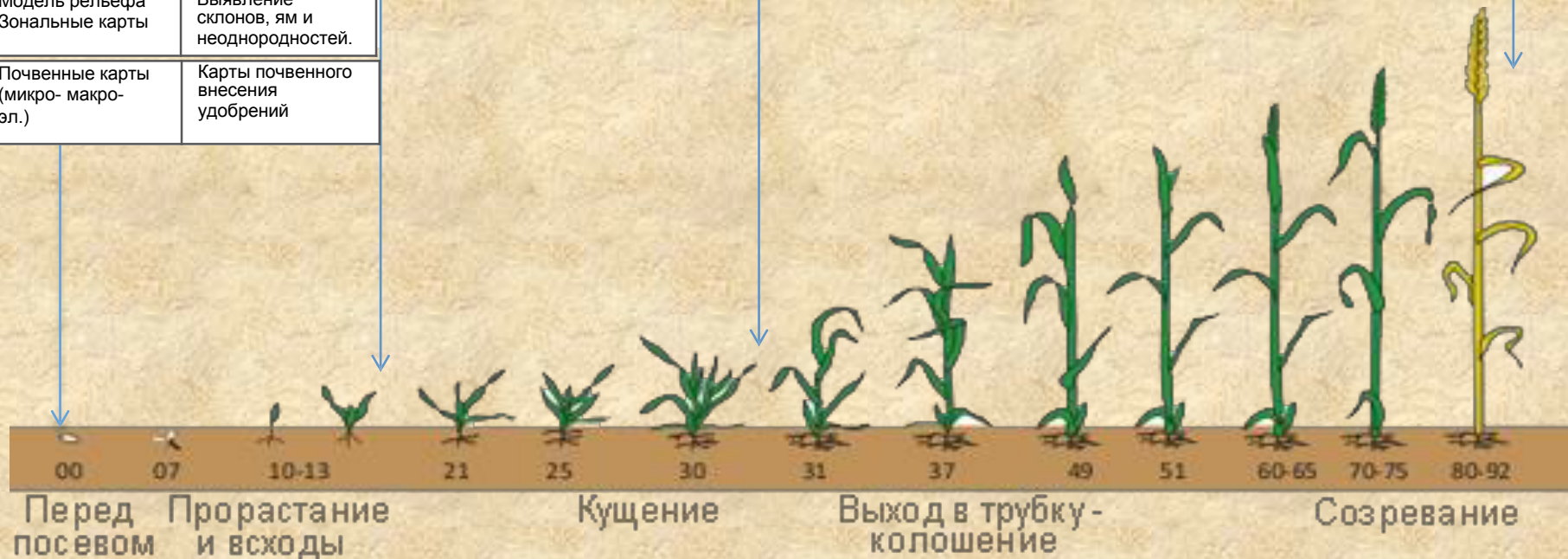
# Применения технологии на разных этапах

<b>Анализ всходов</b>		Сравнение полей	Выявление проблемных полей
		Зональные карты	Определение зон с разным состоянием
		Карты густоты всходов	Подсчет потерь всходов

<b>Анализ почвы перед посевом</b>		Классификация почв	Сравнение плодородия почв
		Модель рельефа Зональные карты	Выявление склонов, ям и неоднородностей.
		Почвенные карты (микро- макро-эл.)	Карты почвенного внесения удобрений

<b>Сканирование перед внесением удобрений</b>		Сравнение полей	Выявление проблемных полей
		Зональные карты	Определение зон с разным состоянием
		Карты показателей: <ul style="list-style-type: none"> <li>• листовой индекс</li> <li>• густота стеблей</li> <li>• биомасса</li> <li>• хлорофилл</li> <li>• азот</li> <li>• микро- макро- эл.</li> </ul>	Определение потребности в удобрениях; Прогнозирование урожая; Выявление стрессов

<b>Анализ в конце вегетационного периода</b>		Сравнение полей	Сравнение урожайности
		Зональные карты	Определение зон с разным состоянием
		Карты показателей: <ul style="list-style-type: none"> <li>• листовой индекс</li> <li>• густота стеблей</li> <li>• биомасса</li> <li>• хлорофилл</li> <li>• азот</li> <li>• микро- макро- эл.</li> </ul>	Уточнение сроков уборки; Прогнозирование урожая



# Мониторинг дронами озимой пшеницы

## Перед посевом

- Видеомониторинг состояния почвы
- Качество почвообработки
- Карта рельефа

## Анализ всхожести

- Видеомониторинг состояния посевов
- Густота посевов
- NDVI индекс
- Сравнение полей

## Зимний мониторинг

- Мониторинг наличия снежного покрова

## Весенний мониторинг

- Видеомониторинг состояния посевов
- NDVI индекс
- Засоренность поля
- Подготовка карт-заданий
- Сравнение полей

## Перед уборкой

- Видеомониторинг состояния посевов
- Прогноз урожайности
- Выявление заболеваний
- Определение сроков уборки
- Сравнение полей
- NDVI индекс



# Предоставляемые услуги

## 1. Получение фото и видео полей

### **Описание работы**

Наши специалисты производят фото- и видео- аэросъемку участков полей, которые указывает ваш специалист. Выбор участков может осуществляться как заранее, так и во время полета с помощью режима FPV (first person view). Съемка может производиться с высоты от 2 м до 300 м над поверхностью поля.

### **Результаты**

Тип: фото и видеофайлы

Оперативность: сразу после вылета

Формат: JPEG, AVI, MOV

## 2. Съемка и расчет засоренности посевов сорняками

### **Описание работы**

Съемка производится на низкой высоте над участками, указанными специалистом заказчика. Наши специалисты обрабатывают полученные изображения и рассчитывают засоренность сорняками в относительной шкале.

## 3. Создание карты засоренности полей сорняками

### **Описание работы**

Съемка производится в определенных участках, равномерно расположенных на поле и формирующих сетку.

Наши специалисты обрабатывают полученные изображения и рассчитывают засоренность сорняками в относительной шкале.

Результаты по этим участкам экстраполируются на все поле и таким образом формируется карта засоренности поля сорняками.

### **Результаты**

Тип: гео-привязанное цифровое изображение

Оперативность: через 24 часа после вылета.

Формат: shp, kmz, geoTIFF, JPEG (без гео-привязки)



### **Оборудование**

Мультироторные платформы

DJI Phantom, Inspire 1

# Предоставляемые услуги

## 4. Создание ортофотоплана поля в видимом спектре

### Описание продукта

Ортофотоплан или карта поля является точным отображением поля на местности.

Ортофотоплан в видимом диапазоне (RGB) используется для визуальной оценки посевов, обмера площадей, выявления проблемных участков и следов людской или животной деятельности.

### Описание работы

Для создания ортофотоплана используется самолетная платформа, сканирующая поле по заданной траектории. По данным съемки наши специалисты формируют ортофотоплан и при необходимости корректируют гео-привязку.

### Оборудование

Дрон самолетного типа PD 1900  
RGB камера

### Результаты

Тип: гео-привязанное цифровое изображение, 5 см/пиксель  
Оперативность: через 48 часов после вылета.  
Формат: shp, kmz, geoTIFF, JPEG (без гео-привязки)



## 5. Создание ортофотоплана поля в видимом и инфракрасном спектре и построение карты NDVI

### Описание продукта

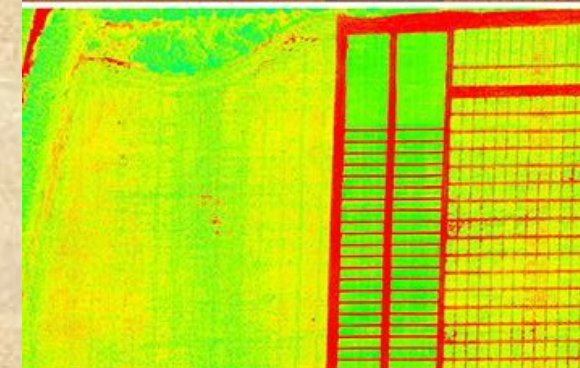
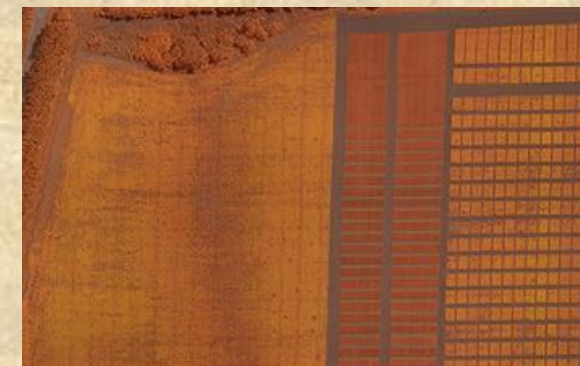
Помимо создания ортофотоплана в видимом спектре, как описано в предложении №4, данное предложение предусматривает получение ортофотоплана в видимом-ближнем инфракрасном диапазоне (NIR-GB). NIR-GB ортофотоплан позволяет создавать карты вегетационных индексов, например, карту NDVI (normalized difference vegetation index) которая может использоваться для оценки состояния растений, выявления неоднородностей, расчета норм внесения удобрений, прогнозирования урожайности и пр. При сканировании с помощью NIR-GB камеры используются калибровочные панели, в результате чего получаемые значения NDVI не зависят от перемен освещения и могут сравниваться во времени или с другими данными (например, спутниковыми).

### Оборудование

Дрон самолетного типа PD 1900  
RGB камера  
NIR-модифицированная камера

### Результаты

Тип: гео-привязанные цифровые изображения, 5 см/пиксель  
Оперативность: через 48 часа после вылета.  
Формат: shp, kmz, geoTIFF, JPEG (без гео-привязки)



## Предоставляемые услуги

### 6. Создание ортофотоплана поля в видимом и инфракрасном спектре, построение карты NDVI и базовый биологический анализ

#### **Описание продукта**

Помимо создания RGB- и NIR-GB ортофотопланов, построения карты NDVI и зональной карты, как описано в предложениях №4, №5, и №6, данное предложение предусматривает базовый анализ растений в каждой из зон на зональной карте. Анализ включает количественное определение следующих показателей:

- Густота растений
- Биомасса
- Площадь листьев
- Концентрация хлорофилла
- Индекс листовой поверхности
- Общий фотосинтетический потенциал
- Фракция поглощаемого света (fPAR)

Результаты такого анализа позволяют количественно оценить состояние растений в каждой из зон и сравнить зоны между собой.

#### **Описание работы**

После вылета наши специалисты оперативно создают NIR-GB ортофотоплан и карту зональностей и по карте выбирают координаты для отбора образцов. В выбранных координатах производится подсчет густоты растений и отбор образцов согласно рекомендаций отбора растительного материала для указанной культуры в указанную фазу роста. Экспресс-анализ также производится на месте с помощью полевой экспресс-лаборатории.

### 7. Создание ортофотоплана поля в видимом и инфракрасном спектре, построение карты NDVI и расширенный биологический анализ

#### **Описание продукта**

Кроме пунктов перечисленных в предыдущем пункте выполняется определение следующих показателей:

- Потребность в макроэлементах (N, P, K, S, Ca, Mg, Fe)
- Потребность в микроэлементах (Cu, B, Zn, Mn, Mo, Co, J)

Результаты такого анализа позволяют количественно оценить состояние растений в каждой из зон, сравнить зоны между собой, скорректировать нормы внесения удобрений и оценить эффективность внесения удобрений.

#### **Оборудование**

Дрон самолетного типа PD 1900  
RGB камера, NIR-модифицированная камера  
Экспресс-лаборатория

#### **Результаты**

Тип: гео-привязанные цифровые изображения, 5 см/пиксель, таблица с данными

**Оперативность:** через 48 часов после вылета.

**Формат:** shp, kmz, geoTIFF, JPEG (без гео-привязки), Excel

# Предоставляемые услуги

## 8. Создание модели рельефа

### **Описание продукта**

Цифровая модель рельефа дает возможность определить особенности поверхности поля, которые необходимо учитывать при посеве и обработке, например – возвышенности, снижающие доступ воды, углубления, в которых возможны затопления, склоны, на которых изменяется распределение света, и другие.

### **Описание работы**

Цифровая модель рельефа создается разово для каждого поля, предпочтительно на ранних фазах вегетации или до посева.

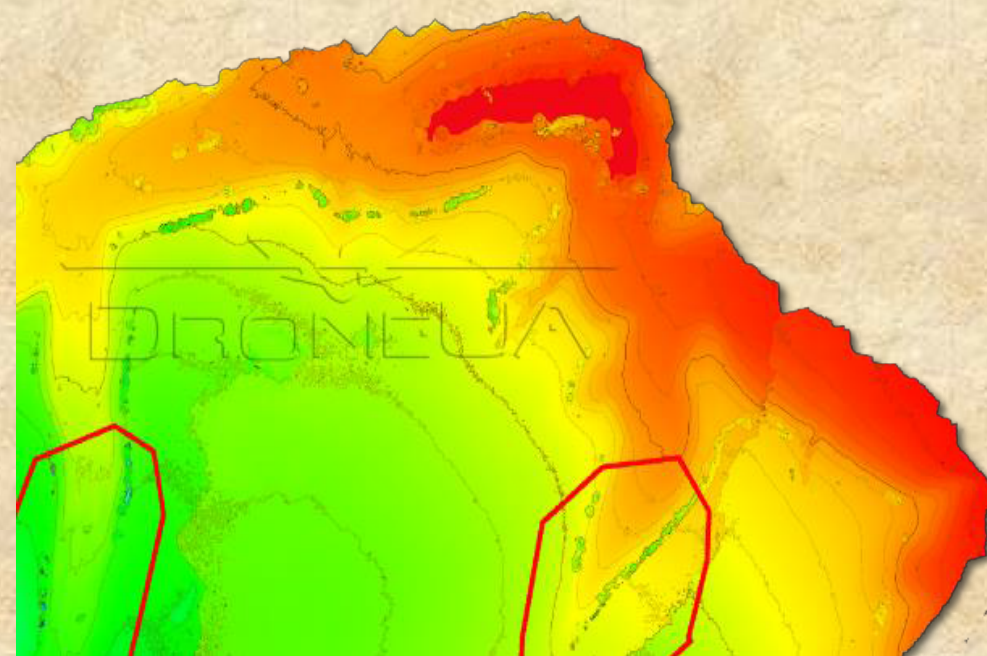
Для создания цифровой модели рельефа используется самолетная платформа, сканирующая поле по заданной траектории. Для сканирования используется RGB-камера. Дополнительно, наши специалисты с помощью RTK-приемников координат определяют в нескольких точках поля высоту для правильного расположения модели. Модель создается по данным аэросъемки и результатам RTK-измерений.

### **Оборудование**

Дрон самолетного типа PD 1900  
RGB камера  
RTK-приемники

### **Результаты**

Тип: гео-привязанные цифровые изображения, 5 см/пиксель  
Оперативность: через 48 часов после вылета.  
Формат: shp, kmz, geoTIFF, JPEG (без гео-привязки)





# Предоставляемые услуги

## 9. Статистическая обработка данных сканирования полей

### Описание продукта

Наши специалисты могут систематизировать и проводить статистическую обработку данных, полученных на протяжении сезона с поля или его фрагментов, например – опытных участков. По каждому фрагменту за каждую дату сканирования рассчитывается среднее значение и дисперсия вегетационного индекса. Таким образом, можно сравнивать сезонную динамику вегетационного для разных фрагментов.

### Описание работы

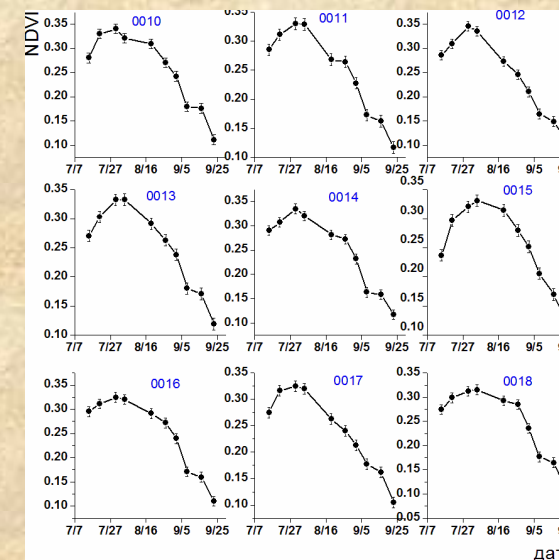
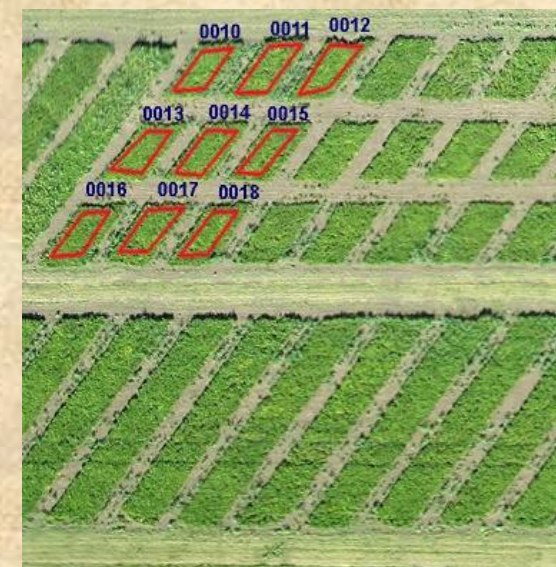
Наши специалисты и специалист заказчика согласовывают участки, для которых будет проводится статистический анализ. По каждому участку рассчитывается среднее значение и дисперсия (разброс) NDVI и заносится в таблицу. После каждого вылета таблица дополняется и отправляется заказчику. Помимо таблицы предоставляются иллюстрации.

### Оборудование

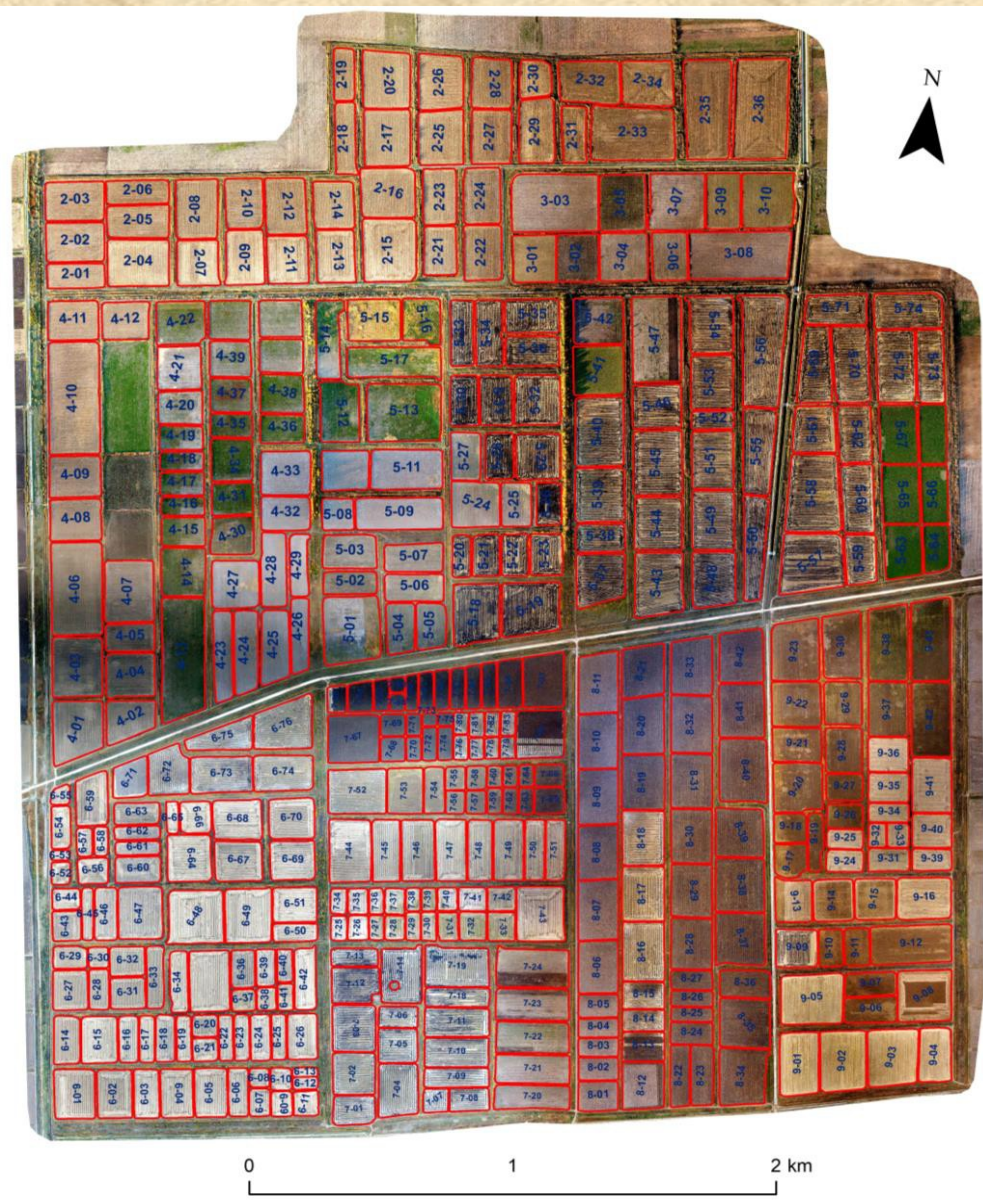
Дрон самолетного типа PD 1900  
RGB камера  
RTK-приемники

### Результаты

Тип: таблица с данными, изображения с иллюстрациями  
Оперативность: через 48 часов после вылета.  
Формат: Excel, JPEG



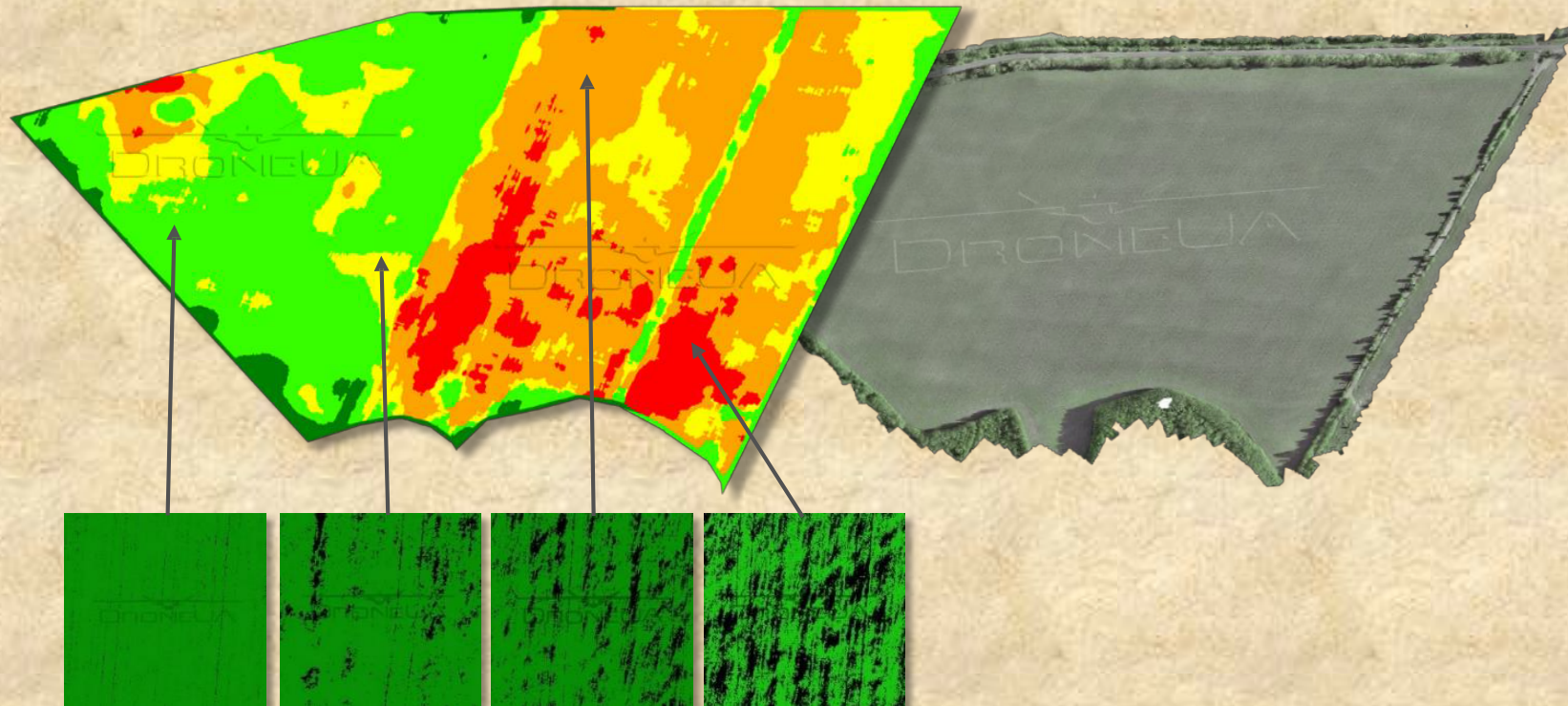
## Предоставляемые услуги : обмір полів



Для кожного поля була визначена площа. Дані зведено у таблицю

Назва поля	Площа (га)
01-01	87.67
2-01	2.11
2-02	3.39
2-03	3.42
2-04	4.26
2-05	2.98
2-06	2.21
2-07	2.83
2-08	3.69
2-09	3.12
2-10	2.81
2-11	2.92
2-12	3.42
2-13	3.04
2-14	2.85
2-15	4.95
2-16	4.00
2-17	3.91
2-18	2.19
2-19	1.62
2-20	4.05
2-21	2.37
2-22	3.06
2-23	2.78
2-24	3.09
2-25	3.65
2-26	3.63
2-27	3.22
2-28	3.00
2-29	3.35
2-30	1.68

## Примеры проведенных исследований



Зона	Потери всходов, %	Площадь поля, %
1	25-45	12
2	15-25	33
3	5-25	18
4	0-5	37

# Примеры проведенных исследований

## Карта состояния посевов



## Процент зон в поле

Зона	Поле 1	Поле 2	Поле 3
1	9 %	4 %	10 %
2	64 %	77 %	54 %
3	24 %	19 %	36 %

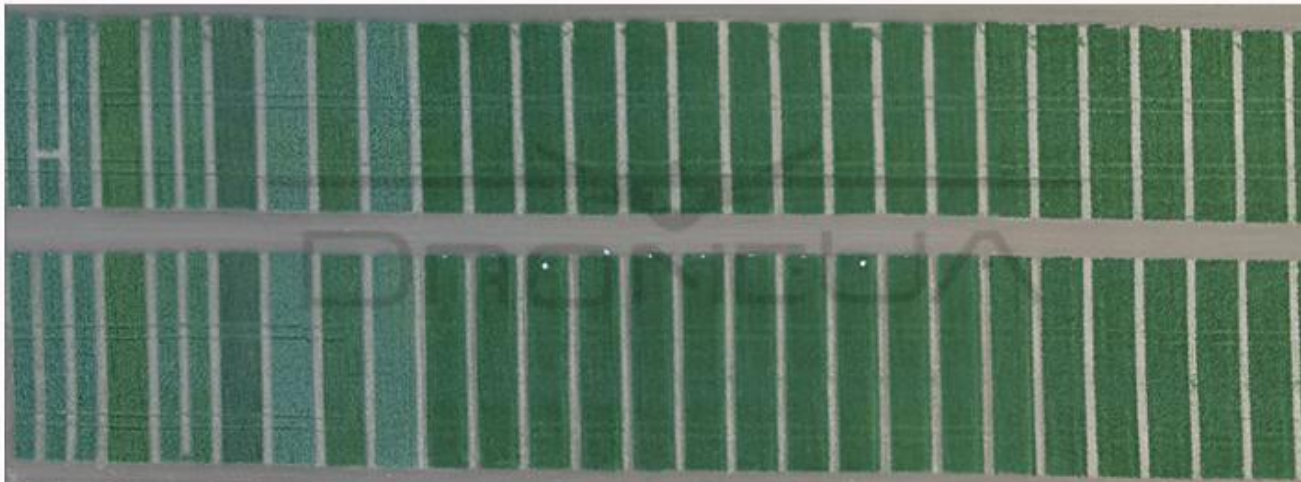
## Расчет потребности в азоте: условная норма 50 кг/га

Зона	Поле 1	Поле 2	Поле 3
1	75 %	75 %	75 %
2	100 %	100 %	100 %
3	125 %	125 %	125 %

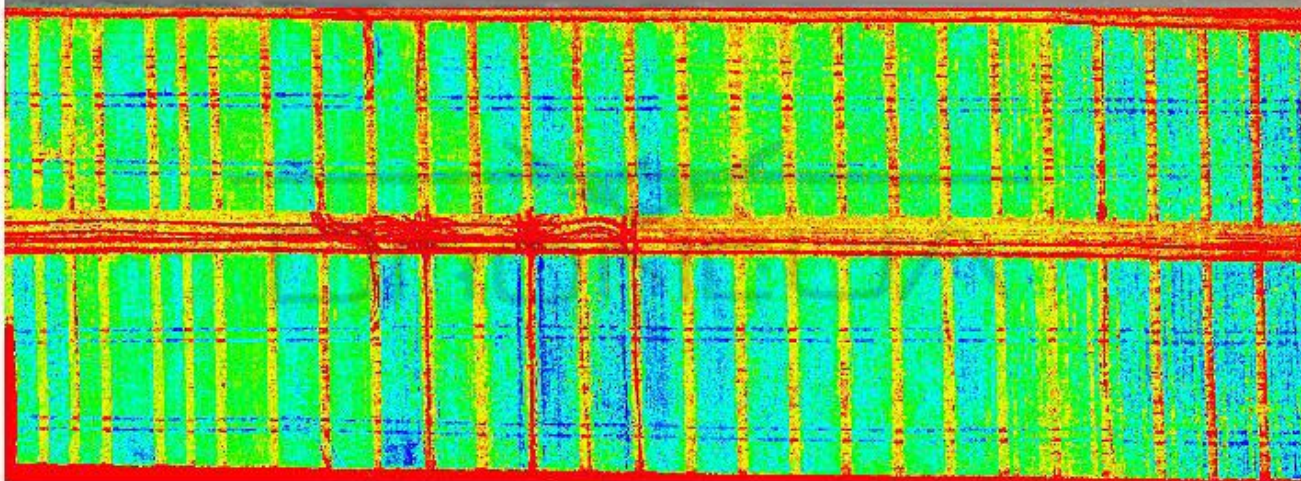
# Примеры проведенных исследований

## Расчет густоты посевов

Фото



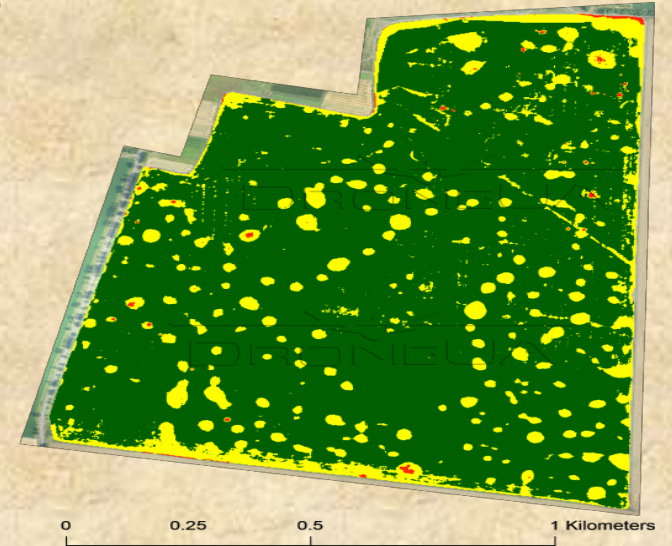
Густота  
ст./м<sup>2</sup>



# Результаты мониторинга посевов

## Результаты:

1. По данным аэросъемки в посеве обнаружено большое количество овальных зон размером 10-80 м, в которых ростовые показатели снижены или, в некоторых случаях, растительность отсутствует. Анализ спутниковых снимков за предыдущие годы показал, что эти зоны имеют постоянное расположение и вызваны присутствием областей подтопления или так званых подов.
2. Биохимический анализ растений в зонах подов и в остальном посеве выявил снижение размеров растений (площади и массы листьев) в то время, как концентрация пигментов хлорофиллов и каротиноидов у растений в зонах подов даже несколько выше.
3. Соотношение хлорофилл А/хлорофилл Б и соотношение хлорофилл/каротиноиды существенно не изменяется, что говорит об отсутствии патологий.
4. Растения в зонах подов испытывают большой дефицит в минеральных удобрениях, особенно в азоте, меде и марганце.
5. Общая площадь подов равняется 19,7 га, что составляет 15 % от площади посева. На остальной площади активность вегетации высокая.



## Ростовые показатели

Зона	Площадь зон		Площадь 1 листа, дм <sup>2</sup>	Масса 1 листа, г	Концентрация хлорофиллов мг/дм <sup>2</sup>	Концентрация каротиноидов, мг/дм <sup>2</sup>	Хл.А/Хл.Б	Хл.А+Б/Кар.	Хл., мг/лист
	Га	%							
1	114.5	85.1	0.34	0.68	5.65	0.76	2.86	7.46	1.95
2	19.7	14.6	0.22	0.37	5.91	0.81	3.02	7.3	1.28
4	0.4	0.3	Вегетация неудовлетворительная или отсутствует						

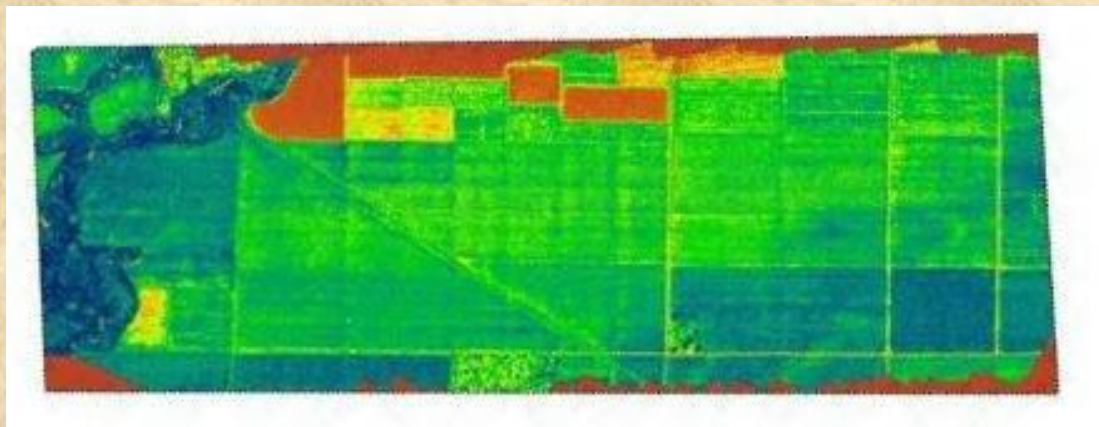
## Недостаток макро- и микроэлементов

Зона	Площадь зон		N, кг/га	P, кг/га	K, кг/га	S, кг/га	Ca, кг/га	Mg, кг/га	B, г/га	Cu, г/га	Zn, г/га	Mn, г/га	Fe, г/га	Mo, г/га	Co, г/га	J, г/га
	Га	%														
1	114.5	85.1	9.0	3.8	0	0.2	0	0.1	57.7	65.2	0	29.7	5.9	0	0.6	0.5
2	19.7	14.6	38.4	0.7	11.6	1.2	6.0	0.1	98.5	200.6	0	71.1	24.1	0.1	0.4	0.6
4	0.4	0.3	Вегетация неудовлетворительная или отсутствует													

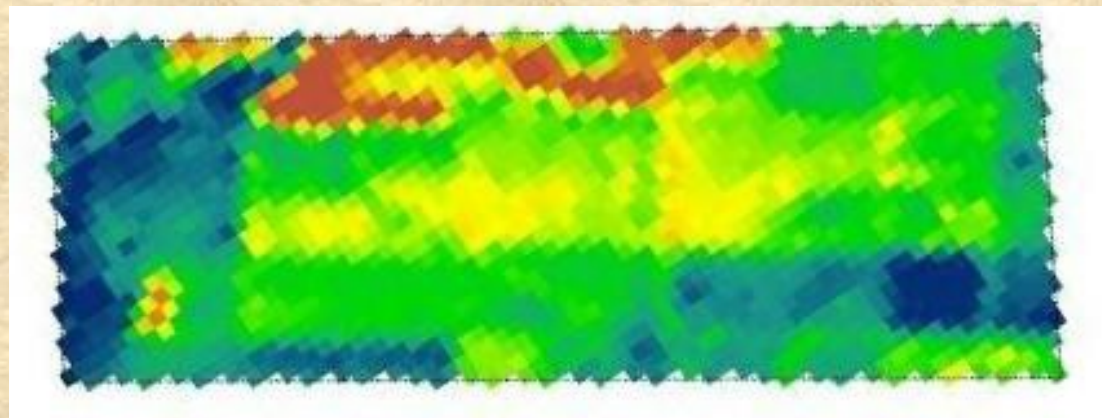
# Преимущества БПЛА перед спутниками

Данные с БПЛА	Данные со Спутника
Точность от 2см / пиксель	Точность от 10 м / пиксель
Отображение детальной информации по полю: засоренности сорняками, густоты растений	Данную информацию не предоставляет
Мониторинг тестовых участков	Функция отсутствует
Доступ к данным ежедневно	Доступ к данным в лучшем случае еженедельно
Не зависит от облачности	Снимки во время облачности неинформативны
Оперативность – по первому требованию	Оперативность – в зависимости от приоритетности заказа

**Данные, полученные БПЛА**



**Данные, полученные со спутника**



# Технические решения на базе БПЛА

## Самолетные платформы:

Технические характеристики	
Масса	3кг
Размах крыльев	1.9м
Тип двигателя	Электродвигатель
Макс.дальность полета	70км (на одном заряде)
Рабочие высоты	100-1000м
Макс.высота полета	3000м
Время полета	До 100 минут на одном заряде
Крейсерская скорость	50км в час
Запуск	С рук
Посадка	На корпус
Аккумулятор	8.000 – 11.000 Mah
Сенсоры	RGB, NIR, Thermal, Multispectral
Модем (телеметрия)	До 40 км



## Мультироторные платформы:

Технические характеристики	
Масса	От 1,5 до 20 кг
Размер по наибольшей оси	От 35 до 140 см
Тип двигателя	Электродвигатели
Макс.дальность полета	25 км (на одном заряде)
Рабочие высоты	30-500м
Макс.высота полета	Тестировано до 800м
Время полета	До 40 минут на одном заряде
Крейсерская скорость	35-35 км в час
Запуск	Вертикальная
Посадка	Вертикальная
Аккумулятор	2200 - 60.000Mah
Сенсоры	RGB, NIR, Thermal, Multispectral
Модем (телеметрия)	До 40 км

