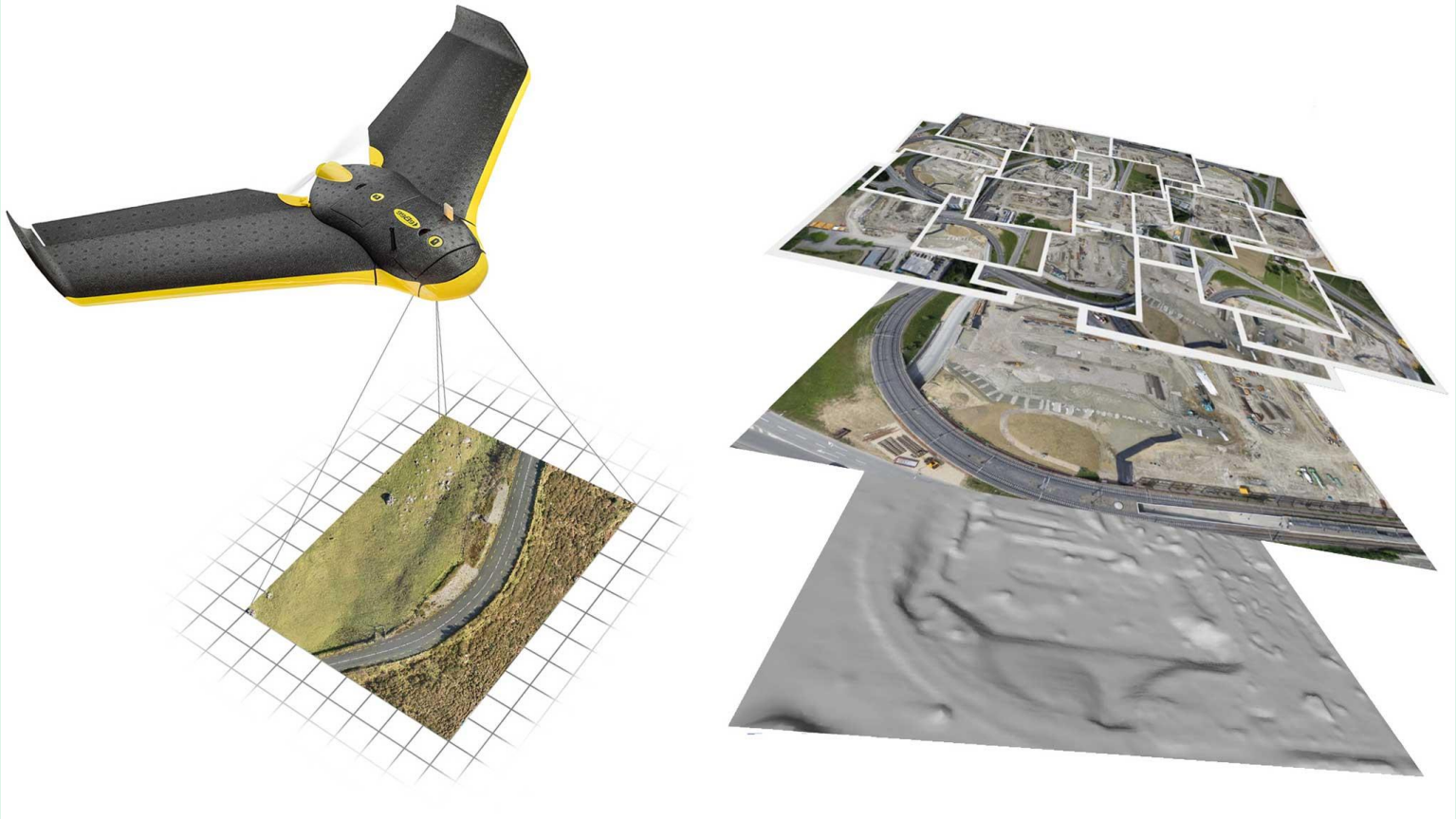
Применение БПЛА для аэросъемки. Съемочное оборудование



Лектор Кенесбаева А.

Виды и методы аэрофотосъемки

Аэрофотосъемка в видимом диапазоне.

С помощью этого метода можно получить цветные изображения местности сверхвысокого разрешения. Она используется для создания топографических карт местности.

Инфракрасная аэрофотосъемка.

В этом случае съемка проводится с использованием специального оборудования, способного принимать инфракрасное излучение.

Технология инфракрасной фотографии не очень подходит для создания рельефных изображений, но может использоваться для создания ортофотоснимков и специальных тематических карт, а также для оценки экологического состояния территории.

Тепловизионная фотография. Технология позволяет получить тепловое изображение местности, показывающее распределение температуры. Тепловизионная фотография идеально подходит для мониторинга тепловых и инженерных сетей, поиска источников пожаров, оценки уровня грунтовых вод и изучения окружающей среды (например, подсчета животных или определения мест сброса мусора в реки).

Виды и методы аэрофотосъемки

Современная аэрофотосъемка и аэролазерное сканирование.

Съемка изображений с помощью специальных лидарных устройств, сканирующих местность лазерными лучами. Лазерное сканирование позволяет получить очень точное изображение местности.

Оно используется для уточнения карт, геологической разведки и создания изображений районов с опасными геологическими процессами.

Беспилотная аэрофотосъемка также получила широкое распространение.



Предпосылки использования БПЛА

Преимущества использования БПЛА в недостатках двух традиционных методов ДЗЗ с использованием КА и управляемых летательных аппаратов.

Спутниковые снимки позволяют получать изображения с максимальным разрешением 0,5 м, чего недостаточно для крупномасштабного картографирования.

К тому же, не всегда возможно получить безоблачные изображения из архивов.

В случае съемки по запросу теряется эффективность сбора данных, потому что дорого.

Операторы и дистрибьюторы часто не имеют гибкой ценовой политики для небольших объектов.

Традиционная аэрофотосъемка, выполняемая с использованием самолетов (Ту-134, Ан-2, Ан-30, Ил-18, Сессна, Л-410) или вертолетов (Ми-8Т, Ка-26, АС-350), требует техобслуживания и заправку, что приводит к увеличению стоимости конечного продукта.

Преимущества использования БПЛА

- ✓ Рентабельность/рентабельность
- ✓ Возможность съемки с малых высот и вблизи объектов.
- ✓ Изображения высокого разрешения.
- ✓ Эффективность съемки.
- ✓ Возможность использования в чрезвычайных ситуациях, не представляющих угрозы жизни и здоровью пилотов.

Следует отметить, что технология аэрофотосъемки с использованием беспилотных летательных аппаратов хорошо развита.

Большинство эксплуатируемых в настоящее время БПЛА предназначены для воздушной разведки и наблюдения, которое осуществляется путем фото- и видеосъемки.

БПЛА для аэросъемки



Сферы применения АФС дроном

- Сельское хозяйство. Позволяет определить точные границы и внешний вид участка, используемого для выращивания сельскохозяйственной продукции.
- Лесное хозяйство. Оценка общего состояния растительности в лесу, поиск незаконно вырубленных деревьев и т. д.
- Строительные компании. Оценка участка перед строительством любого жилого или коммерческого объекта.
- Горнодобывающая промышленность. Возможность определения объема добычи руды.
- Частные лица и различные некоммерческие организации (НКО). Например, АФС привлекается владельцами загородных домов для небольшого расширения или покупки соседнего участка.
- Экологические активисты также могут заказать независимую оценку масштабов техногенной катастрофы.

Съемки пожаров в смоленской области вблизи г. Гагарина широкоугольным объективом





Этапы выполнения АФС с БПЛА

Аэрофотосъемка проводится в три этапа: подготовительный, полевой и фотосъемочный.

На подготовительном этапе: сбор имеющейся топографической информации о районе съемки и материалов аэрофотосъемки за предыдущие годы, на основе которых определяется диапазон вариантов конкурентных маршрутов и разрабатывается проект производства аэрофотосъемки, полевой и наземной съемки. Выполняются фотогеодезические работы.

На полевом этапе выполняются следующие работы:

- наземные геодезические работы для создания плано-высотной базы для аэрофотосъемки;
- различные виды аэрофотосъемки, сопоставление и интерпретация аэрофотоснимков.

На фотосъемочном этапе выполняются стереофотограмметрические работы для полной обработки результатов аэрофотосъемки и создания топографических планов и цифровых моделей рельефа (ЦМР) в единой системе координат.

Функции и элементы наземной станции

Для целей картографического мониторинга БПЛА должен быть оснащен и полезной нагрузкой – БАС (Беспилотная авиационная система)

БАС, помимо самого БПЛА, в котором установлен бортовой комплекс управления, состоит из полезной нагрузки и наземной станции управления.

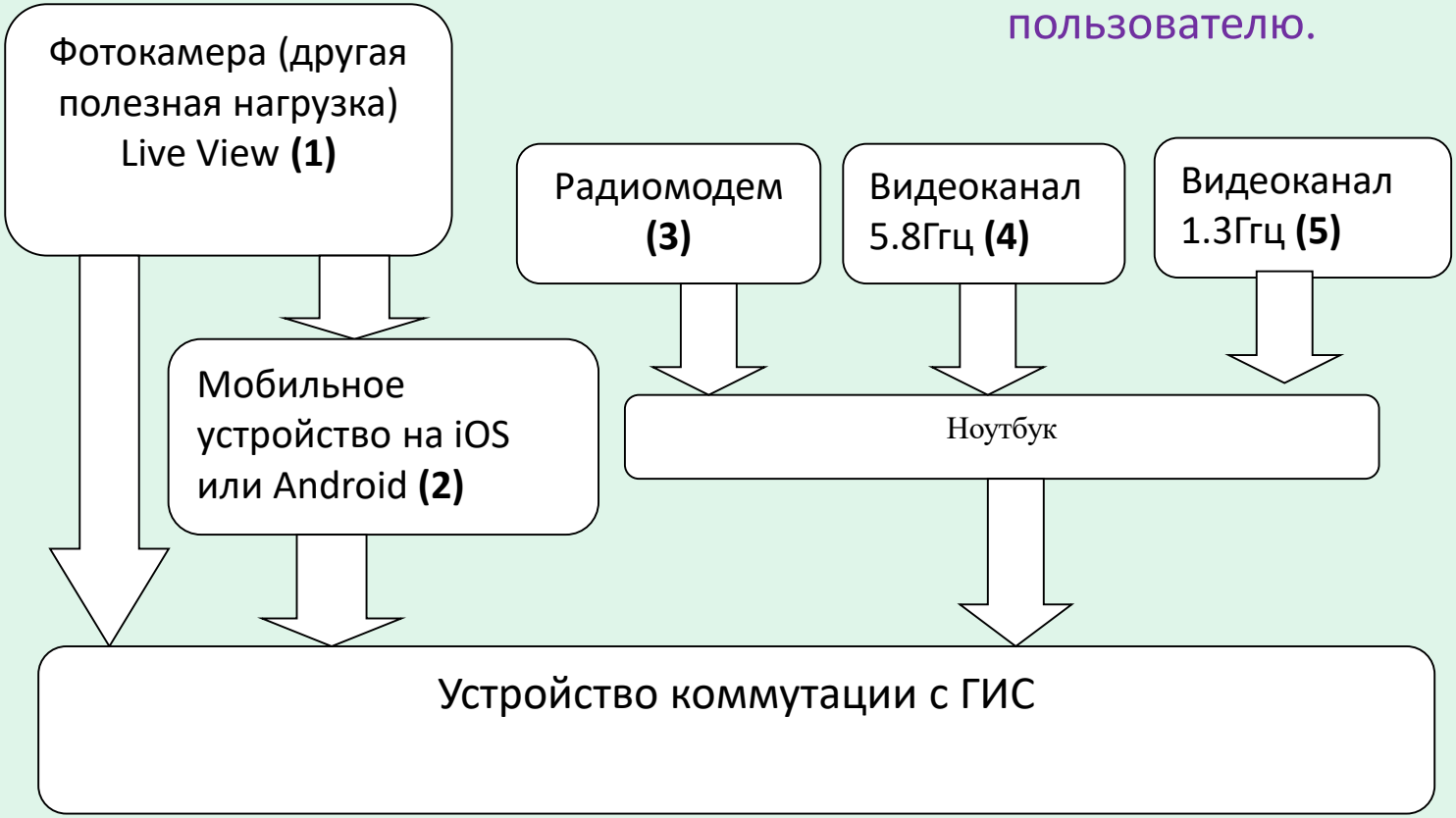


- Автоматическое управление полетом;
- Навигационное обеспечение полета;
- Ввод и обработка задания на полет;
- Организация беспроводного канала связи с оператором;
- Приём, обработка и хранение получен-ной информации (видеоданные и телеметрия);
- Выдача сигналов управления БПЛА.

Информация получаемая операторами



Блок-схема передачи данных от Мультироторного БПЛА «Дредноут» в базу данных ГИС и конечному пользователю.





К полезной нагрузке для задач БПЛА могут относится:

- цифровая фотокамера (видеокамера)
- тепловизор
- ИК-камера
- радиолокационное оборудование (эхолот)
- счетчик Гейгера





Примеры фотосъемочных залетов:
Высота 100 метров
камера canon 550D
объектив 18мм
Продольное и поперечное перекрытие по 65%
Время залетов по 8 минут
Скорость на маршруте 5м/с







Трехмерная модель местности. Перспективный вид
Заокский полигон МИИГАиКа, под Серпуховым

Принятые сокращения

БПЛА – беспилотный летательный аппарат

ВПП – взлетно-посадочная полоса

ДВС – двигатель внутреннего сгорания

ЛА – летательный аппарат

РЭБ – радиоэлектронная борьба

ТРД – турбореактивный двигатель

Ұшқышсыз ұшатын аппарат

Это ЛА, не имеющий экипажа на борту.



DJI Phantom 4 — гражданский БПЛА компании DJI (Китай)

* Еще называют дрон (от англ. *drone* — трутень)

Ұшқышсыз ұшатын аппарат

Достоинства

- нет опасности для жизни пилота
- меньше стоимость, чем у пилотируемых ЛА
- меньший расход топлива из-за малого веса
- можно использовать альтернативные источники энергии (солнечные батареи)
- длина взлетно-посадочной полосы не более 600 м

Parrot AR.Drone 2.0, 2010 г.

Скорость	до 18 км/ч
Высота	до 120 м
Время полета	до 12 мин.
Дальность	до 120 м
Вес max.	0,42 кг
Стоимость	30 млн. $



Ұшқышсыз ұшатын аппарат

Недостатки



- возможность подавления или перехвата управления
  (ұстап алу мүмкіндігі)

MQ-1 Predator (США), 1994 г.

Скорость	до 217 км/ч
Высота	до 8 км
Время полета	до 40 ч.
Дальность	до 740 км
Вес max.	1020 кг
Грузоподъемность	1700 кг
Стоимость	≈4 млн. $



Ұшқышсыз ұшатын аппарат

По назначению:

- **научные**
- **прикладные:** военные (ударные); гражданские

MQ-9 Reaper (США), 2001 г.

Скорость	до 400 км/ч
Высота	15 км
Время полета	до 28 ч.
Дальность	до 6 тыс. км
Вес max.	4760 кг
Грузоподъемность	1700 кг
Стоимость	30 млн. $



Ұшқышсыз ұшатын аппарат

По массе:

- **«микро»** - до 10 кг, время полёта ≈ 1 ч, высота до 1 км
- **«мини»** - до 50 кг, ≈ 3 ч, до 5 км
- **средние («миди»)** - до 1 т, ≈ 12 ч, до 10 км
- **тяжёлые** - свыше 1 т, ≈ 24 ч, до 20 км

Eagle Eye (США), 1997 г.

Скорость	до 322 км/ч
Высота	6 км
Время полета	до 5 ч.
Дальность	до 260 км
Вес max.	1360 кг
Грузоподъемность	450 кг



Ұшқышсыз ұшатын аппарат

По типу управления:

- управляемые автоматически
- управляемые оператором с пункта управления (ДПЛА)
- гибридные

Northrop Grumman X-47B (США), 2011 г.

Скорость	до 990 км/ч
Высота	до 12,2 км
Время полета	до 80 ч.
Дальность	до 3900 км
Вес max.	20 215 кг
Грузоподъемность	2000 кг



Ұшқышсыз ұшатын аппарат

По принципу полета:

- **с жестким крылом** (самолетного типа)
- **с гибким крылом**
- **с вращающимся крылом** (вертолетного типа)
- **автожиры**
- **конвертопланы**
- **мультикоптеры**
- **с машущим крылом**
- **аэростатические**
- **гибридные**

Ұшқышсыз ұшатын аппарат

С жестким крылом:

Для взлета необходима ВПП, для некоторых типов – стартовые катапульты. Есть также легкие БПЛА, запускаемые «с руки». При посадке может применяться ВПП, парашют или тормозные тросы.







Ұшқышсыз ұшатын аппарат

С гибким крылом:

Моторизованные парапланы имеют управляемое прямоугольное или эллипсовидное парашют-крыло, снабжённое мототележкой с воздушным винтом для автономного разбега и самостоятельного полёта.

Достоинство – экономичность. Снабжены ДВС, способны долгое время медленно барражировать над объектом, производя, например, видеосъемку. Для взлета требуется площадка длиной всего 2-3 м.

Недостаток – трудность управления, т.к. нет жесткой связи с крылом, а также зависимость от погодных условий (ветра).







Беспилотные мотопарапланы фирмы Atair Aerospace

Ұшқышсыз ұшатын аппарат

БПЛА вертолетного типа:

Одновинтовая схема наиболее распространена.

Достоинства: простота конструкции и системы управления.

Недостатки: большие габариты; потеря мощности на рулевом винте (до 10%); уязвимость рулевого винта при полете у земли.

Вместо рулевого винта может быть фенестрон или система NOTAR.



RQ-8A Fire Scout (Northrop Grumman, США, 2005)

Ұшқышсыз ұшатын аппарат

БПЛА вертолетного типа:

Двухвинтовая поперечная схема:

Достоинства: симметрия схемы; экономичность; высокая грузоподъемность.

Недостатки: сложность конструкции; необходима синхронизация винтов; дополнительная масса и лобовое сопротивление фермы, поддерживающей крыло.







http://qazdron.kz/ Изготовление и продажа дронов в РК.

Мультикоптерлер

Мультикоптеры:

Основное назначение мультикоптеров – это фото- и видеосъемка, поэтому их обычно оснащают управляемыми подвесами для камер.

Компоновка оборудования может быть самой различной. Модуль GPS обычно выносят отдельно как можно дальше от сильноточных цепей. Для защиты пропеллеров предусматривают специальные ограждения.

Для увеличения подъемной силы и повышения живучести часто объединяют на одной балке тянущий и толкающий винты.



Квадрокоптер с защитой пропеллеров (вверху – GPS-модуль)



Квадрокоптер схемы «х» с совмещенными тянущими и толкающими винтами

Мультикоптерлер

Квадрокоптер – самая распространенная среди мультикоптеров схема. Четыре жестко зафиксированных ротора дают возможность организовать довольно простое управление.



Квадрокоптер с видеокамерой

Беспилотник



Беспилотник с наличием встроенного компаса для сверхточной аэрофотосъемки разработали красноярские инженеры.

Информация об этом была представлена компанией-разработчиком в рамках Экономического Красноярского форума.

Апрель, 2017г.

Снимок с БПЛА



Снимок с БПЛА



Пример ортофотоплана площадью 14км*14км, снято с высоты 1.5 км с БПЛА Supercam-350 за один день

Снимок с БПЛА



Полезная нагрузка



К оборудованию, которое может устанавливаться на беспилотник, относятся не только фотокамеры. Также могут устанавливаться такие приборы, как лазерный сканер, видеокамера и тепловизор, инфракрасная камера. Такое оборудование позволяет успешно решать многие задачи, при исследовании и технической диагностики различных наземных объектов, сельском хозяйстве, мониторинге за трубопроводами.

Аэрофотосъемка с БПЛА



ПО для обработки данных с БПЛА



ПО для обработки данных с БПЛА

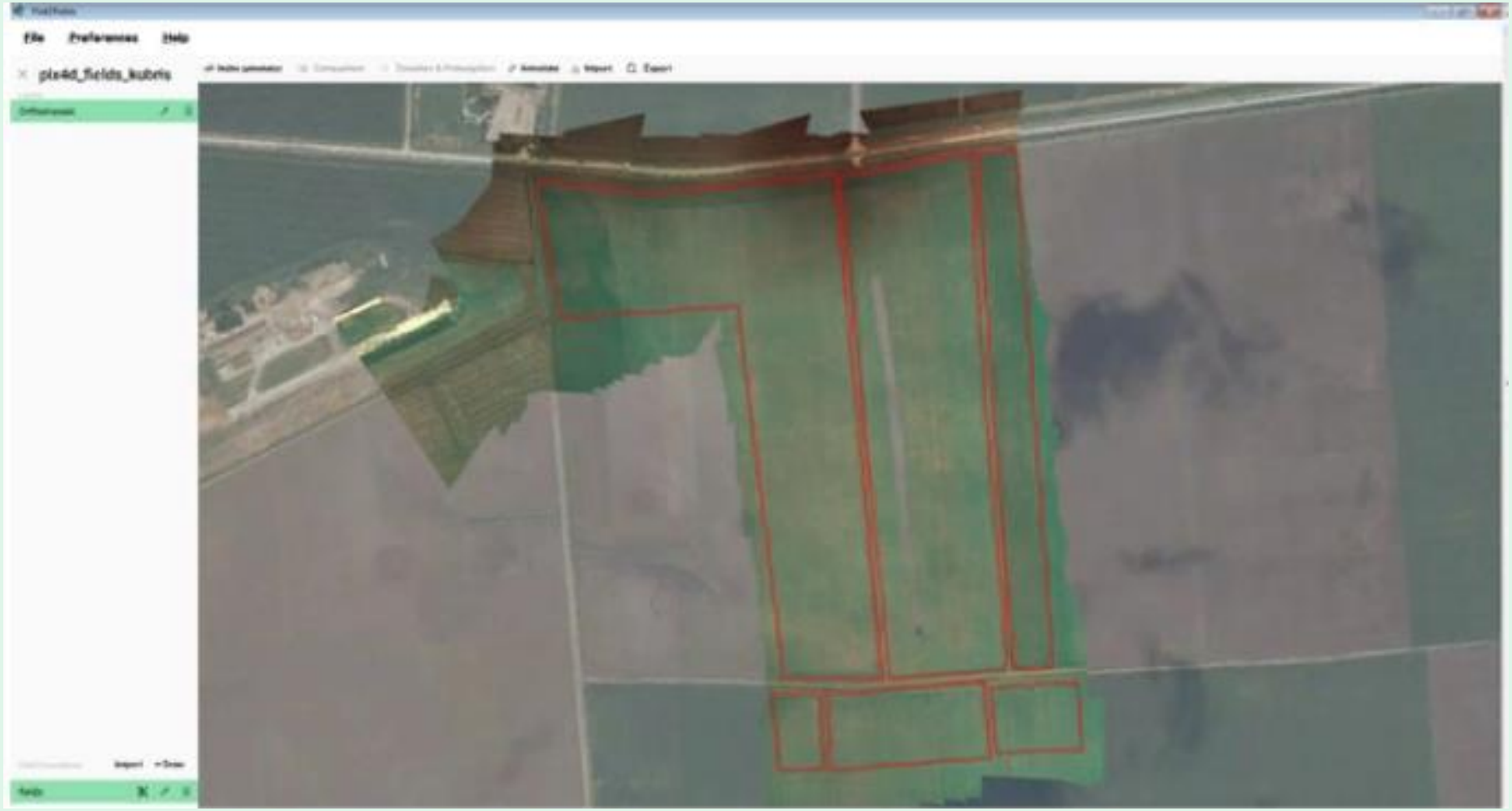
- Широко известен продукт Pix4DMapper, предназначенный для фотограмметрической обработки данных БПЛА, получения детальных ортофопланов и трехмерных моделей объектов.
- Pix4DMapper также содержит также ряд функций, полезных для аграриев: расчёт вегетационных индексов и зонирование полей. Однако обширный функционал зачастую отпугивает начинающих пользователей и не позволяет оперативно решать локальные прикладные задачи в аграрной сфере.
- Разработчики Pix4D прислушались к своим клиентам и создали новый продукт специально для фермеров, агрономов и селекционеров с целью упрощения процесса обработки данных, получаемых при съемке с БПЛА, и оперативного вовлечения их в рабочий процесс.
- В начале июня компания Pix4D объявила об официальном запуске Pix4DFields.
- Новое приложение разработано специально для аграриев с целью упрощения процесса обработки данных, получаемых при съемке с БПЛА.

ПО Pix4DMapper

Основные преимущества Pix4DFields:

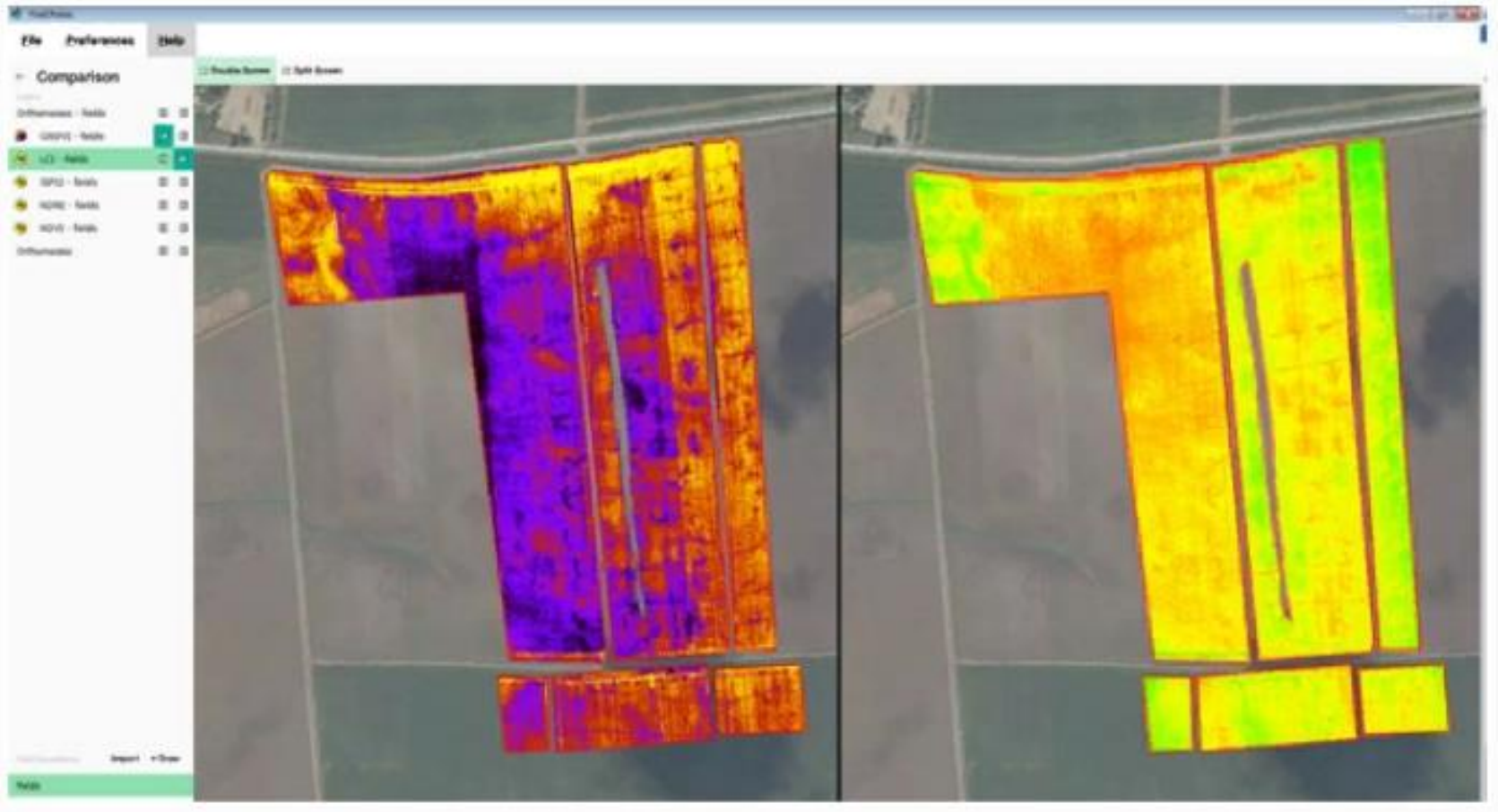
- Минимально необходимый функционал и интуитивно понятный интерфейс.
- Процесс обработки максимально прост и нацелен на получение выходных данных.
- Поддерживаются наиболее распространённые мультиспектральные камеры для БПЛА.
- Мобильность использования: высокая скорость построения ортофотоплана позволяет использовать приложение для валидации полученных результатов съёмки непосредственно в поле.
- **Возможности Pix4DFields:**
- Работа начинается с загрузки снимков, после этого построение мозаики начинается автоматически.
- Опционально могут быть добавлены границы полей: загружены из внешнего источника или нарисованы непосредственно в окне программы на карте или готовой мозаике.

ПО Pix4DMapper



Результат построения ортофотоплана и границы полей, введенные пользователем

ПО Pix4DMapper



Pix4DFields позволяет осуществлять расчёт спектральных индексов, выбор которых достаточно широк: NDVI, NDRE, SIPI2, LCI, TGI, VARI, BNDVI, GNDVI. Набор доступных индексов подбирается автоматически исходя из доступных спектральных каналов камеры. В интерфейсе программы можно не только просмотреть, но и сравнить результаты расчётов индексов.

Криосфера

Криосфе́ра (от др.-греч. κρύος — *холод* и σφαῖρα — *шар*) — одна из географических оболочек Земли, характеризующаяся наличием или возможностью существования льда.





Полезные ссылки

- https://innoter.com/products/prostranstvennie-dannie/aerofotosemka/
- https://racurs.ru/press-center/articles/bespilotnye-letatelnye-apparaty/uav-for-mapping-1/
- https://ppt-online.org/127839
- http://unmanned.ru/service/aerophoto.htm продолжи с этого
- https://srvgeo.ru/articles/post/vidy-bespilotnyh-apparatov-dlya-aerofotosemki
- https://zen.yandex.ru/video/watch/5e35380fa8ba560d7d701ca8