



# Перспектива применения БПЛА при осуществлении строительного контроля

Преподаватель дисциплин профессионального цикла  
Назаров Андрей Евгеньевич

# Содержание доклада

- Применение БПЛА в строительстве. Мировые практики
- Принцип применения БПЛА и построения ЦММ
- Анализ существующих решений и сервисов на рынке
- Опыт применения БПЛА в строительном контроле
- Видение комплексного решения БПЛА для строительного контроля
- Проблемы законодательного регулирования

# БПЛА - ...

- это беспилотный летательный аппарат — без экипажа на борту.

БПЛА могут обладать разной степенью автономности — от управляемых дистанционно до полностью автоматических, а также различаться по конструкции, назначению и множеству других параметров.



# Широкое применение дронов...

Доставка новогодних подарков от Санты



Дроны для сэлфи



Доставка грузов

Американский военный БПЛА

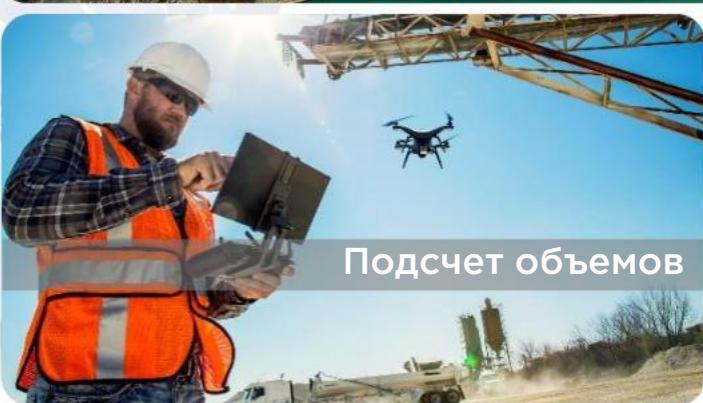


Российский  
разведывательный БПЛА

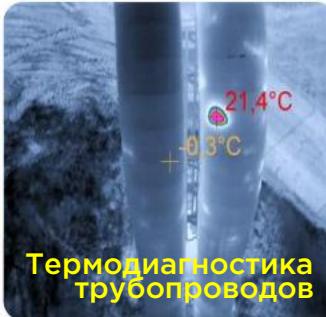
# Но нас интересуют БПЛА в строительстве



Перенос кабеля через реку дроном при  
строительстве моста в Китае



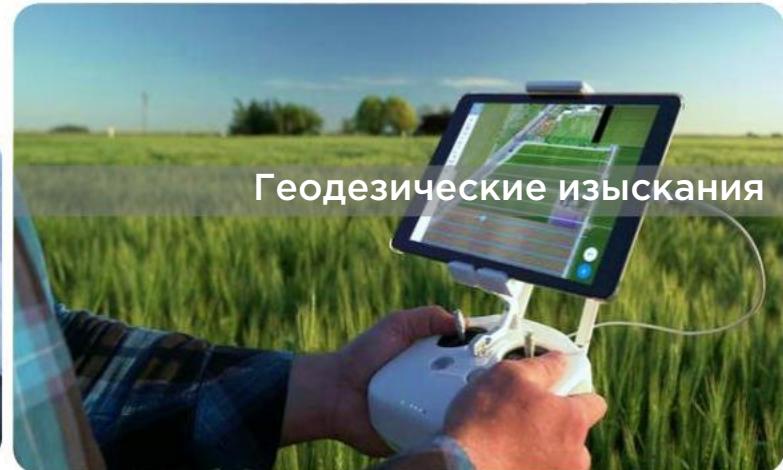
Подсчет объемов



Термодиагностика  
трубопроводов



Применение в дорожном строительстве  
(Германия)



Геодезические изыскания

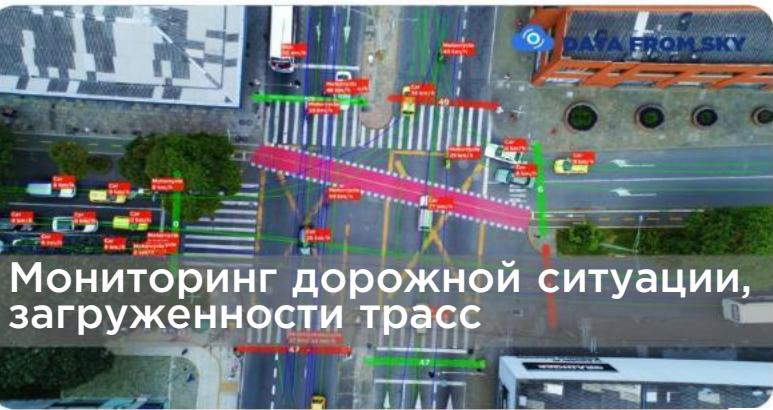
# ..или в различных инженерных задачах



Мониторинг и инспекционный  
контроль ветряных турбин



Радиометрический метод  
определения деформаций



Мониторинг дорожной ситуации,  
загруженности трасс



Мониторинг линий ЛЭП

# А именно, применение в строительном контроле!



Контроль объемов земляных работ



Контроль качества производства работ



Мониторинг искусственных сооружений



Операционный контроль

Приемочная диагностика



# Основные различия типов БПЛА

## Самолетные

- + Большая продолжительность полета
- + Удобство работы на линейных протяженных объектах
- + Получение большего объема данных за один полёт
- + Долгий срок службы
- Высота полета не менее 100м
- Низкая мобильность аппаратов
- Высокая стоимость
- Требуются определённые условия для запуска



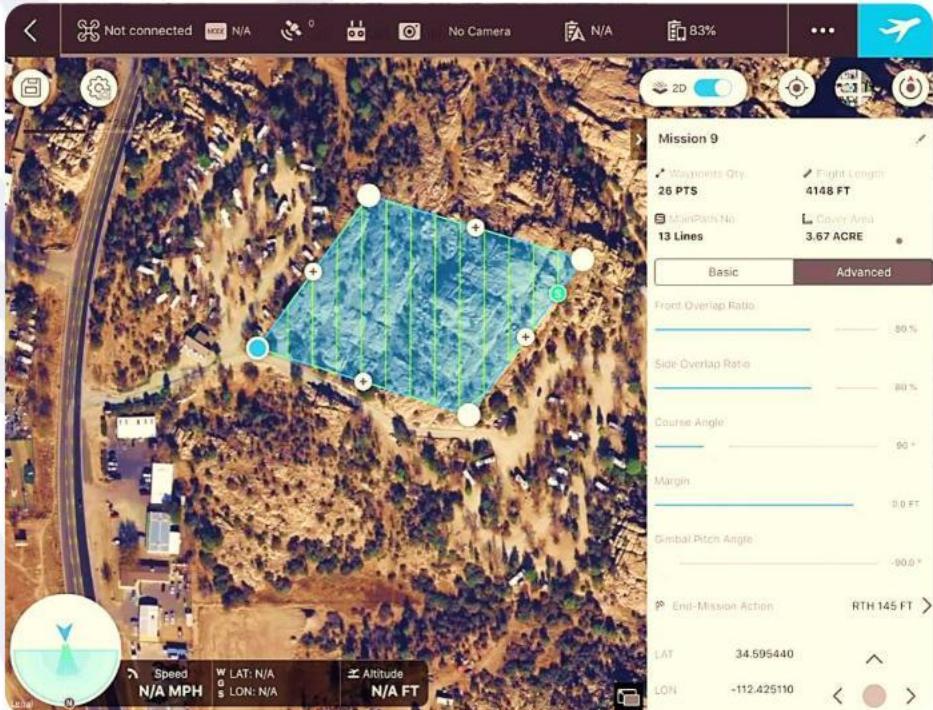
## Мультироторные

- + Гибкость проводимых полетных заданий
- + Широкий спектр задач, с помощью интеграции съемочного оборудования
- + Удобность транспортировки
- + Возможность работы в «стесненных» условиях (застройка)
- Непродолжительное время полета
- Меньшая стабильность в пространстве
- Критичное влияние погодных условий

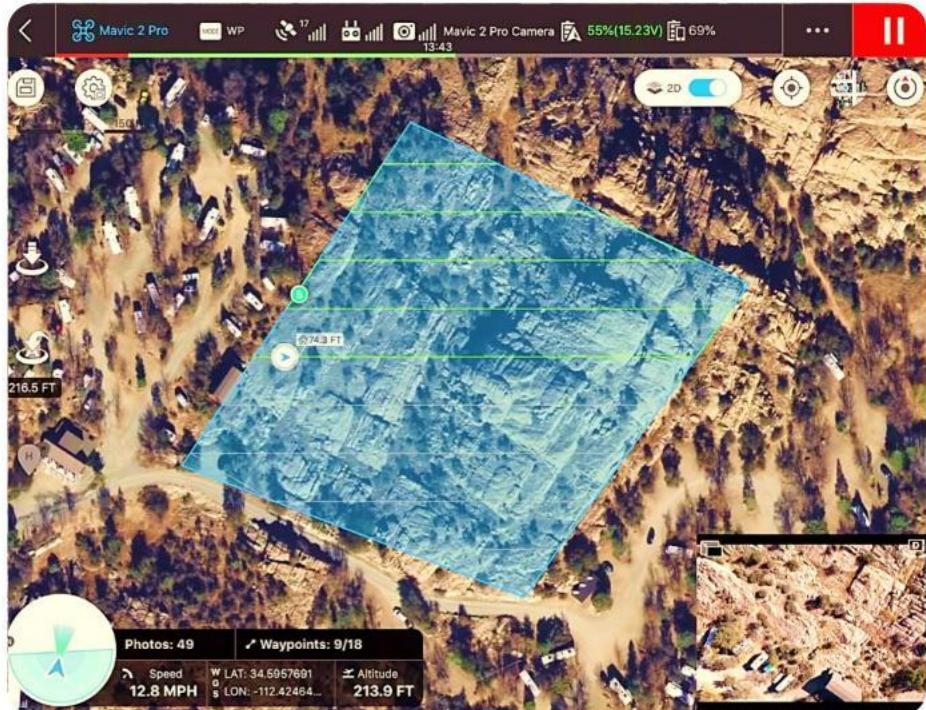


# Выбор маршрута и параметров аэрофотосъемки объекта

## Выделение границ участка работ



## Прохождение БПЛА по маршруту

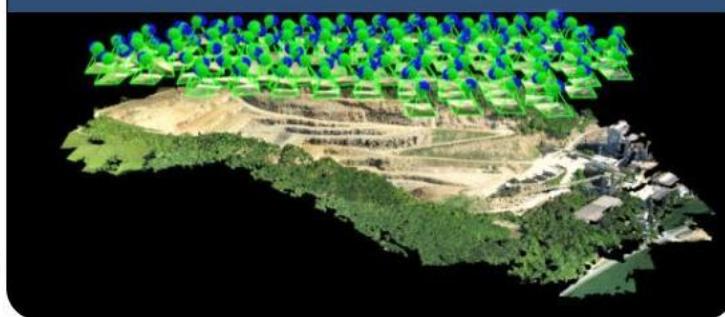


# Построение ЦМР и ЦММ (Камеральная обработка)

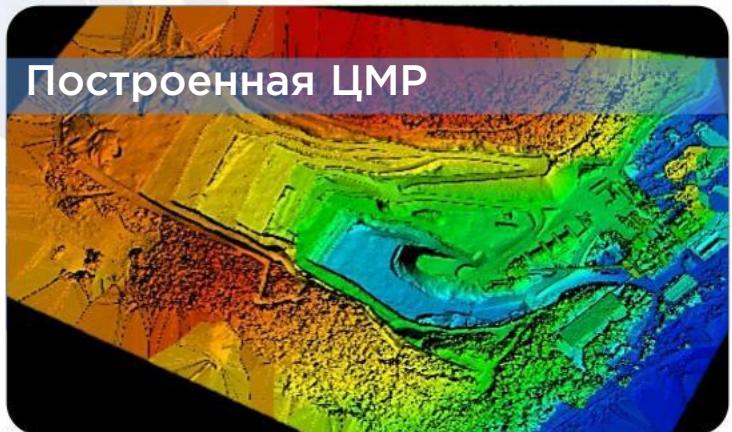
Центры фотографий на спутниковой подложке



Построение плотного облака точек



Построенная ЦМР



Построенная ЦММ



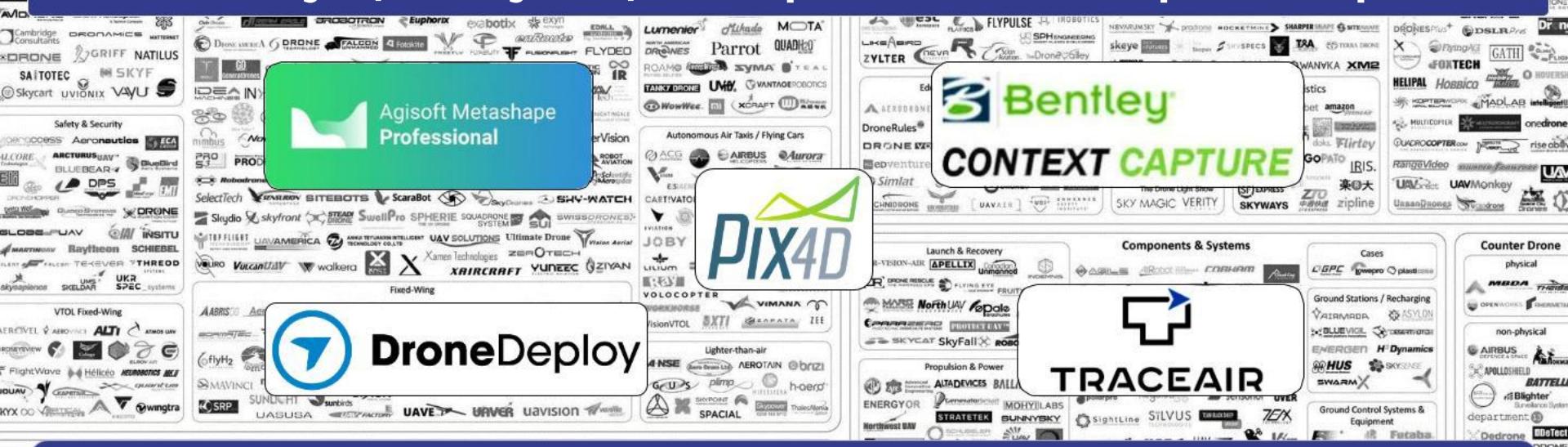
# Анализ существующих решений на мировом рынке

## Топ-20 производителей БПЛА



\*Данные с ресурса Drone Industry Insights (2017)

# Анализ существующих сервисов на мировом рынке



На сегодня одними из лидеров в области фотограмметрических сервисов для БПЛА являются такие продукты как «Agisoft Metashape» (РФ), «Bentley Context Capture» (США), «Pix4D» (Швейцария), а также на рынке чаще появляются конкурентные онлайн-платформы облачного типа, позволяющие дополнительно оперативно вычислять площади и объемы, такие проекты как «TraceAir» (РФ, США) и «Drone Deploy» (США).

\*На фоне слайда представлена инфографика компаний на международном рынке дронов.

\*\*Данные с ресурса Drone Industry Insights (2018)

# Анализ существующих сервисов на мировом рынке



# Анализ существующих сервисов на мировом рынке



Определение необходимого земляного массива



# Анализ существующих сервисов на мировом рынке

Вычисление объемов

Project Name: 0

Чтобы выйти из полноэкранного режима, нажмите F11

TEAM

Edit

Title: Сваи

Area: 33 m<sup>2</sup>

Cut: 48.4 m<sup>3</sup>

Fill: 0 m<sup>3</sup>

Volume: 48.4 m<sup>3</sup>

Material: Сваи

Surface: Digital Surface Model

Base Plane: Lowest point

Project Name: 0

Area: 0.265 ha

Cut: 12249.1 m<sup>3</sup>

Volume: 12249.1 m<sup>3</sup>

Material: Песок

Surface: Digital Terrain Model

Base Plane: Lowest point

Project Name: 0

Area: 0.265 ha

Cut: 12249.1 m<sup>3</sup>

Volume: 12249.1 m<sup>3</sup>

Material: Песок

Surface: Digital Terrain Model

Base Plane: Lowest point

Apr 9, 2019

Apr 9, 2019

Подсчет объемов складируемых материалов

The screenshot displays the DroneDeploy software interface. It shows three main windows: 1) A top-left window titled 'Вычисление объемов' (Volume Calculation) showing a highway embankment with a yellow dashed rectangular area outlined for measurement. 2) A top-right window titled 'Edit' showing a construction site with a yellow box highlighting a specific area. 3) A bottom-left window showing a green field with a white dotted rectangular area outlined for measurement. The bottom right window is a larger view of the highway embankment with a yellow box highlighting a truck on the site. The interface includes various project settings like title, area, cut, fill, volume, material, and surface type. A large blue banner at the bottom right reads 'Подсчет объемов складируемых материалов' (Volume calculation for stored materials).

\*Материалы нашего пилотного проекта



# Сравнительный анализ сервисов

Параметры сравнения	 Agisoft Metashape Professional	 Bentley CONTEXT CAPTURE	 PIX4D	 DroneDeploy	 TRACEAIR
Универсальность при интеграции с другими программными продуктами	★★★	★★	★★	★★	★★★
Стабильная работа с большими объемами данных	★★	★★★	★	★★	★★
Достижение наилучшей детализации, при помощи склеивания изображений с земли и воздуха	★★	★★★	★★★	★★	★★
Автоматизация создания основных экспортируемых материалов	★★	★★	★★	★★★	★★★
Поддержка различных форматов данных	★★	★★★	★★	★★	★★
Среднее время обработки исходных данных	★★	★★★	★★	★★★	★★
Наличие встроенной WEB платформы или интегрированных решений	★	★	★	★	★★

\*Сравнительный анализ наших специалистов

# Опыт применения БПЛА при осуществлении работ по строительному контролю

Автомобильная дорога М-4 «Дон»  
Реконструкция в Тульской области



Цифровая модель местности  
Построена в ПО «Agisoft Metashape»



Вид сверху

Пространственное разрешение  
~1,6 см на пиксель



Привязка модели к координатному полю осуществлялась с помощью опорных точек в виде опознаков по двум направлениям

# Опыт применения БПЛА при осуществлении работ по строительному контролю



# Возможности при применении БПЛА в СК

## Операционный (технологический) контроль

- Контроль за устройством слоев дорожной одежды
- Контроль технологических операций (земляные работы, бетонирование, монтаж конструкций)
- Контроль за поступлением и хранением материалов
- Контроль соответствия фактически установленных средств ОДД утвержденным схемам

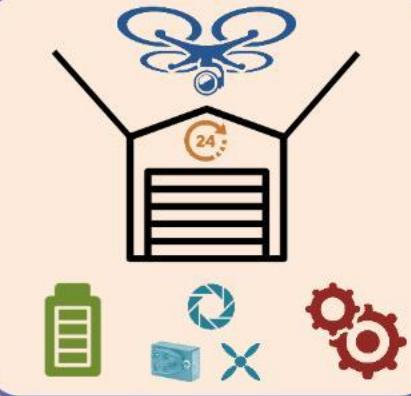
## Приемочный контроль

- Контроль нанесения дорожной разметки
- Контроль смонтированных конструктивных элементов (наружное освещение, барьерные ограждения)
- Оценка состояния объекта и контроль выполненных работ на конец отчетного периода
- Контроль качества инженерно-геодезических изысканий
- Приемочная диагностика по окончанию производства работ на объекте

# Видение комплексного решения применения БПЛА для осуществления строительного контроля

## Съемка

Автоматизированная базовая станция БПЛА



Оператор дрона в строительном контроле

## Вычисления

Облачный сервер



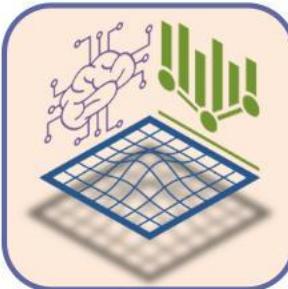
- Хранение сырых данных по результатам съемок
- Облачный сервер на все объекты или множество локальных мобильных серверов



Локальный сервер

## Анализ

Аналитическое ядро



- Наличие нейросетей или продвинутых алгоритмов
- Автоматизированная обработка результатов съемки
- Автоматизированный подсчет и аналитика изменений ЦММ объекта по результатам съемки
- Автоматизированная классификация применяемых материалов при СМР по результатам мультиспектрального анализа данных

## Файлообмен

Клиентский доступ



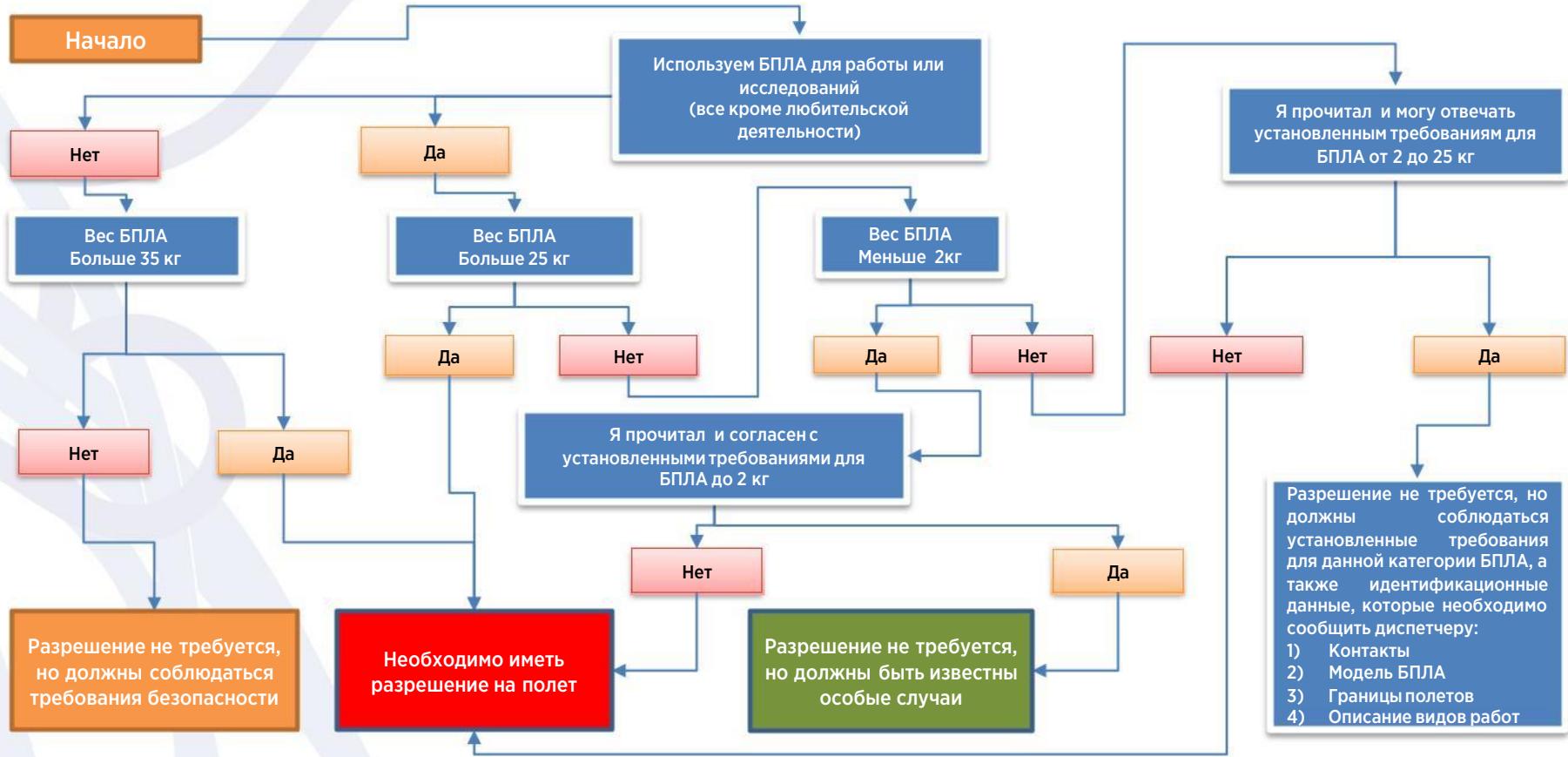
- Клиентский доступ к проектам на всех платформах устройств

# Проблемы законодательного регулирования

**Порядок получения необходимых разрешений для выполнения аэрофотосъёмки с БПЛА:**

1. Необходимость регистрации БПЛА (Постановление Правительства РФ №658 от 25 мая 2019 года)
2. Лицензия на работу с государственной тайной (Постановление Правительства РФ от 9 февраля 2017 года №159)
3. Лицензия на осуществление геодезической деятельности (Постановление Правительства РФ от 9 февраля 2017 года №159)
4. Лицензия на осуществления картографической деятельности (Постановление Правительства РФ от 9 февраля 2017 года №159)
5. Разрешение Генерального Штаба Вооруженных сил РФ (Часть 4 статьи 22 Федерального закона «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ»)
6. Разрешение Штаба Военного Округа Разрешение Федеральной службы безопасности РФ (Часть 4 статьи 22 Федерального закона)
7. Представление на использование воздушного пространства (Приказ Министерства транспорта Российской Федерации (Минтранс России) от 27 июня 2011 г. N 171 г. Москва "Об утверждении Инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений")
8. Представленный план полета (ФПЛ) на использование воздушного пространства (Постановление №38 Правительства РФ от 11.03.2010г. «Об Использовании воздушного пространства РФ»)

# Пример структуры получения разрешений на полет



Спасибо за  
внимание!