



V МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ИННОВАЦИИ  
В ДОРОЖНОМ  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ

# Перспектива применения БПЛА при осуществлении строительного контроля

Первый заместитель генерального директора  
ООО «Автодор-Инжиниринг»

Рубежанский Андрей Валерьевич



# 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



Американский военный БПЛА



Дроны для сэлфи

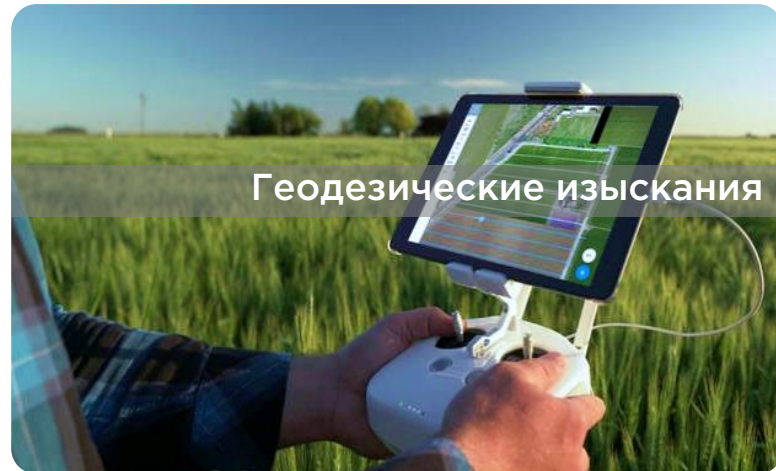
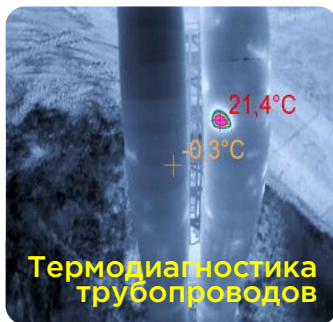
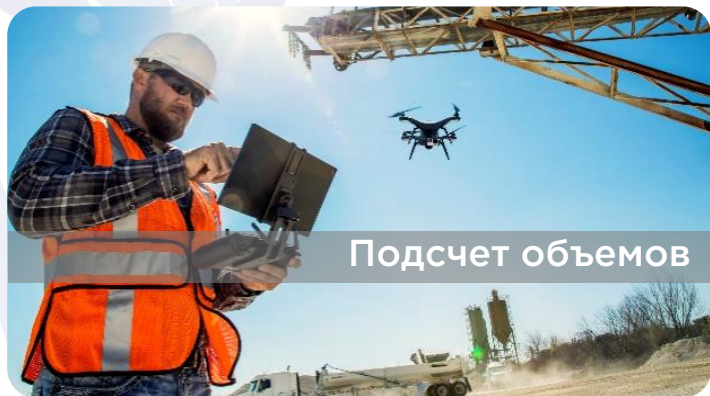
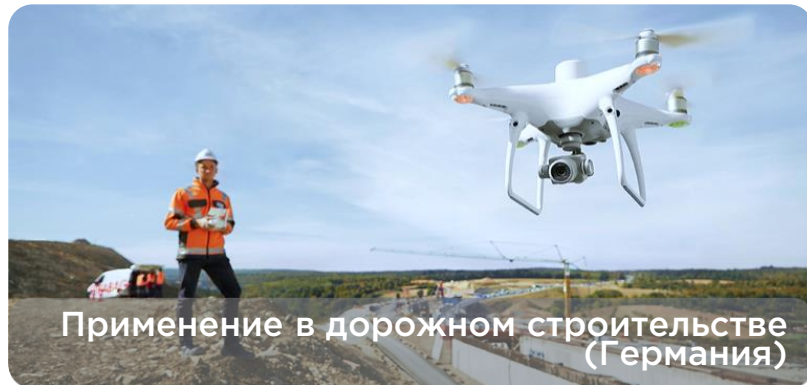


Доставка грузов

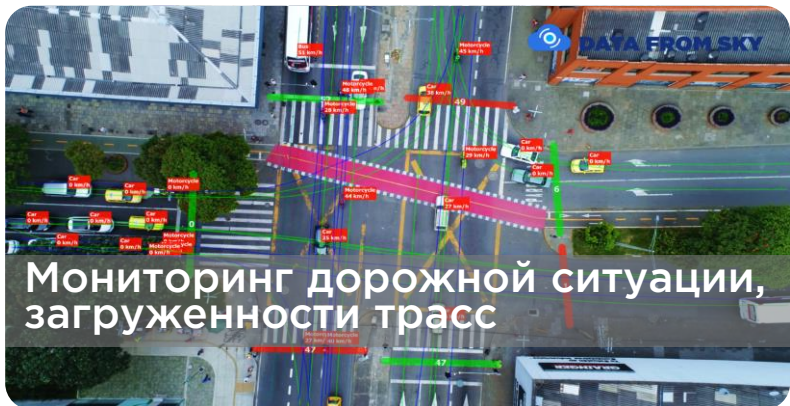


Российский разведывательный БПЛА

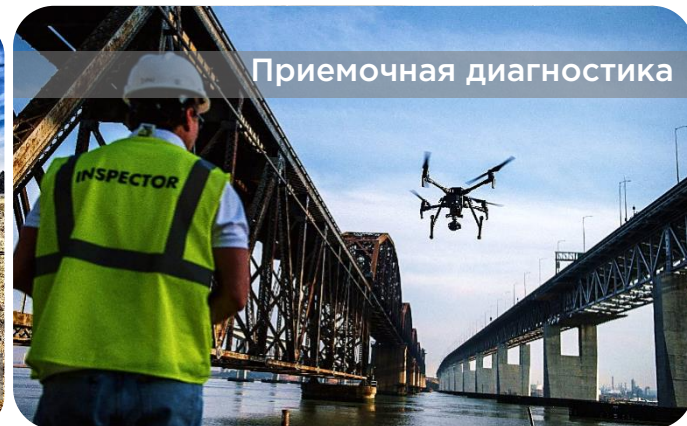
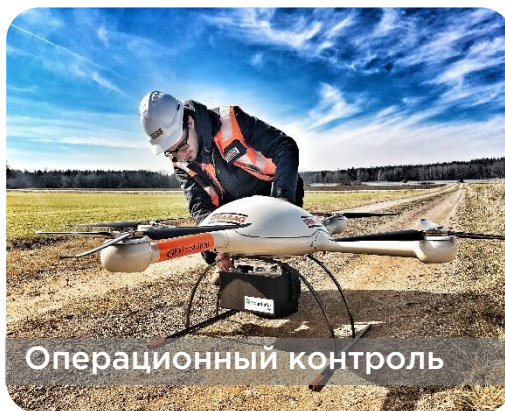
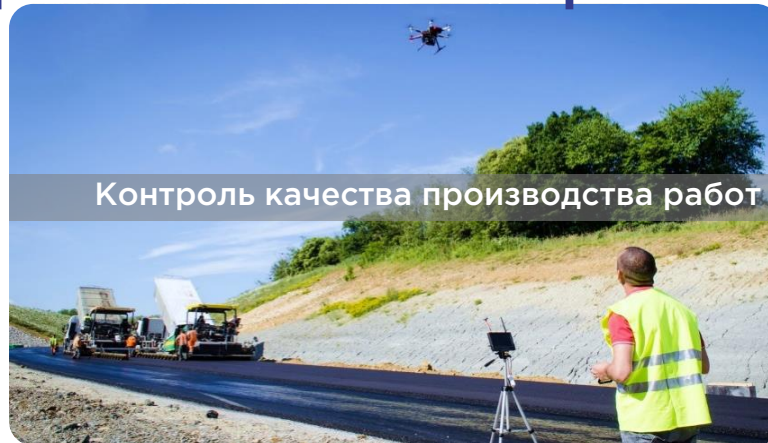
# Но нас интересуют БПЛА в строительстве



# ...или в различных инженеринговых задачах



# А именно, применение в строительном контроле!



# 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

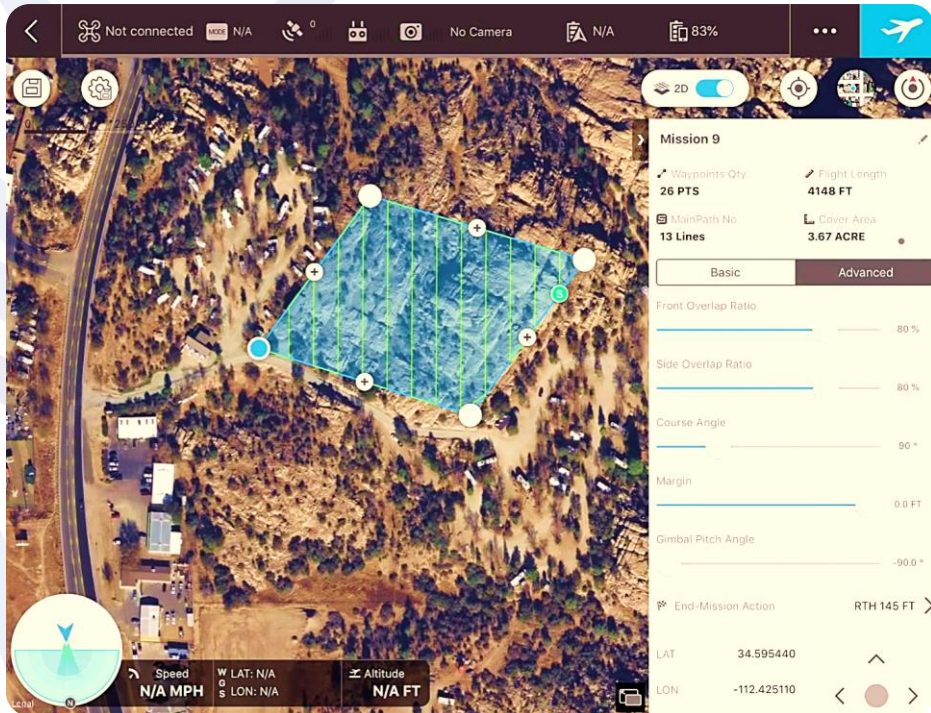
- + Гибкость проводимых полетных заданий
- + Широкий спектр задач, с помощью интеграции съемочного оборудования
- + Удобность транспортировки
- + Возможность работы в «стесненных» условиях (застройка)
- Непродолжительное время полета
- Меньшая стабильность в пространстве
- Критичное влияние погодных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



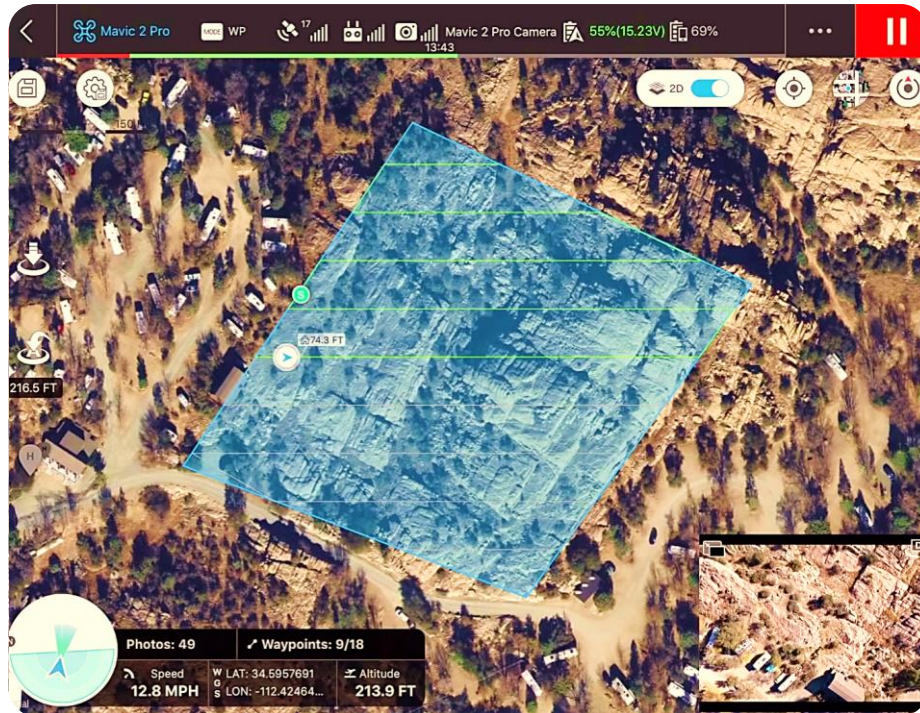


# Выбор маршрута и параметров аэрофотосъемки объекта

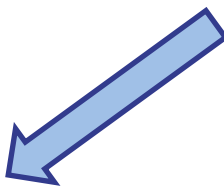
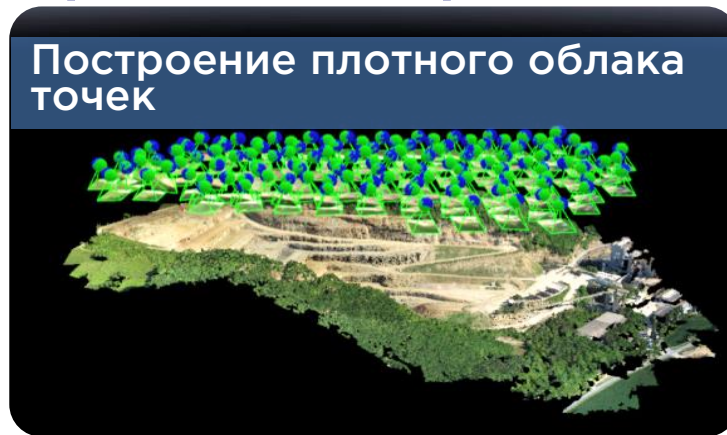
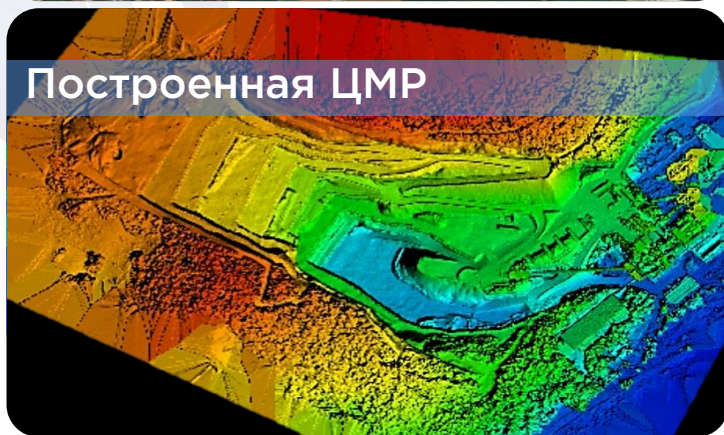
## Выделение границ участка работ



## Прохождение БПЛА по маршруту



# Построение ЦМР и ЦММ (Камеральная обработка)



\*ЦМР – цифровая модель рельефа  
\*\*ЦММ – цифровая модель местности

# Анализ существующих решений на мировом рынке

## Топ-20 производителей БПЛА



\*Данные с ресурса Drone Industry Insights (2017)

# Анализ существующих сервисов на мировом рынке

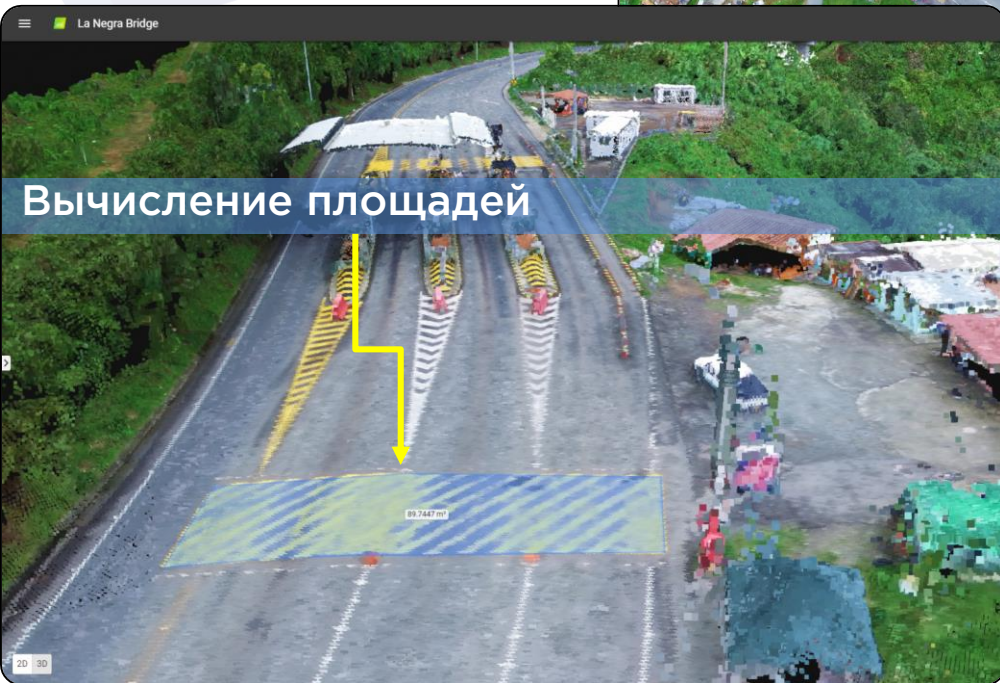


На сегодня одними из лидеров в области фотограмметрических сервисов для БПЛА являются такие продукты как «Agisoft Metashape» (РФ), «Bentley Context Capture» (США), «Pix4D» (Швейцария), а также на рынке чаще появляются конкурентные онлайн-платформы облачного типа, позволяющие дополнительно оперативно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



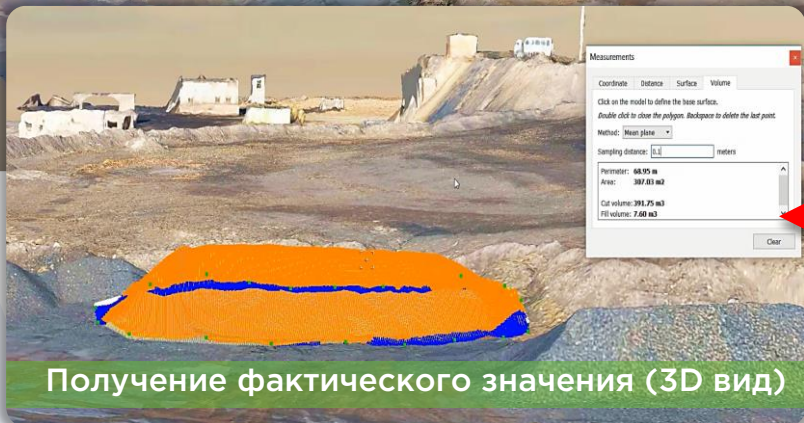
# Анализ существующих сервисов на мировом рынке



Определение необходимого земляного массива



Выделение границ необходимого участка



Получение фактического значения (3D вид)



Получение фактического значения (объем)

# Анализ существующих сервисов на мировом рынке

**Вычисление объемов**

Project Name

FLY UPLOAD EXPLORE REPORT

TEAM

Project Name

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

FLY UPLOAD EXPLORE REPORT

Project Name

Edit

Title  
Песок

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

**Подсчет объемов складированных материалов**

DroneDeploy

\*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	★ ПО «ГИС Спутник»	★ Acute3D™	★ Pix4D Cloud™	★ ★	★ ★

\*Сравнительный анализ наших специалистов



# Опыт применения БПЛА при осуществлении работ по строительному контролю

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



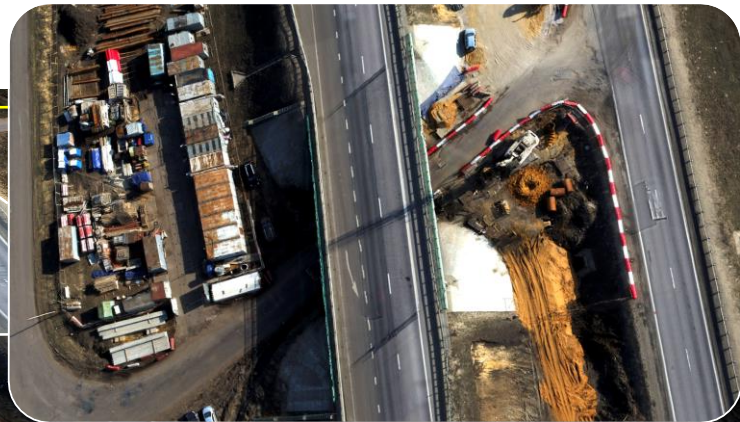
Пространственное разрешение  
~1,6 см на пиксель



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

Цифровая модель местности  
Построена в ПО «Agisoft Metashape»

# Опыт применения БПЛА при осуществлении работ по строительному контролю



Вид сверху

Контроль складирования материалов

Песок: 567 м<sup>3</sup>

\*Объем штабелирования материалов рассчитан в ПО



# 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

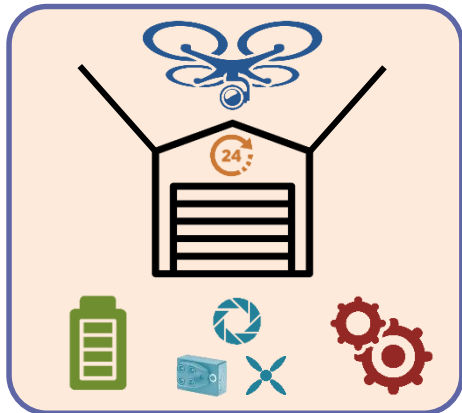
## Приемочный контроль

- 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



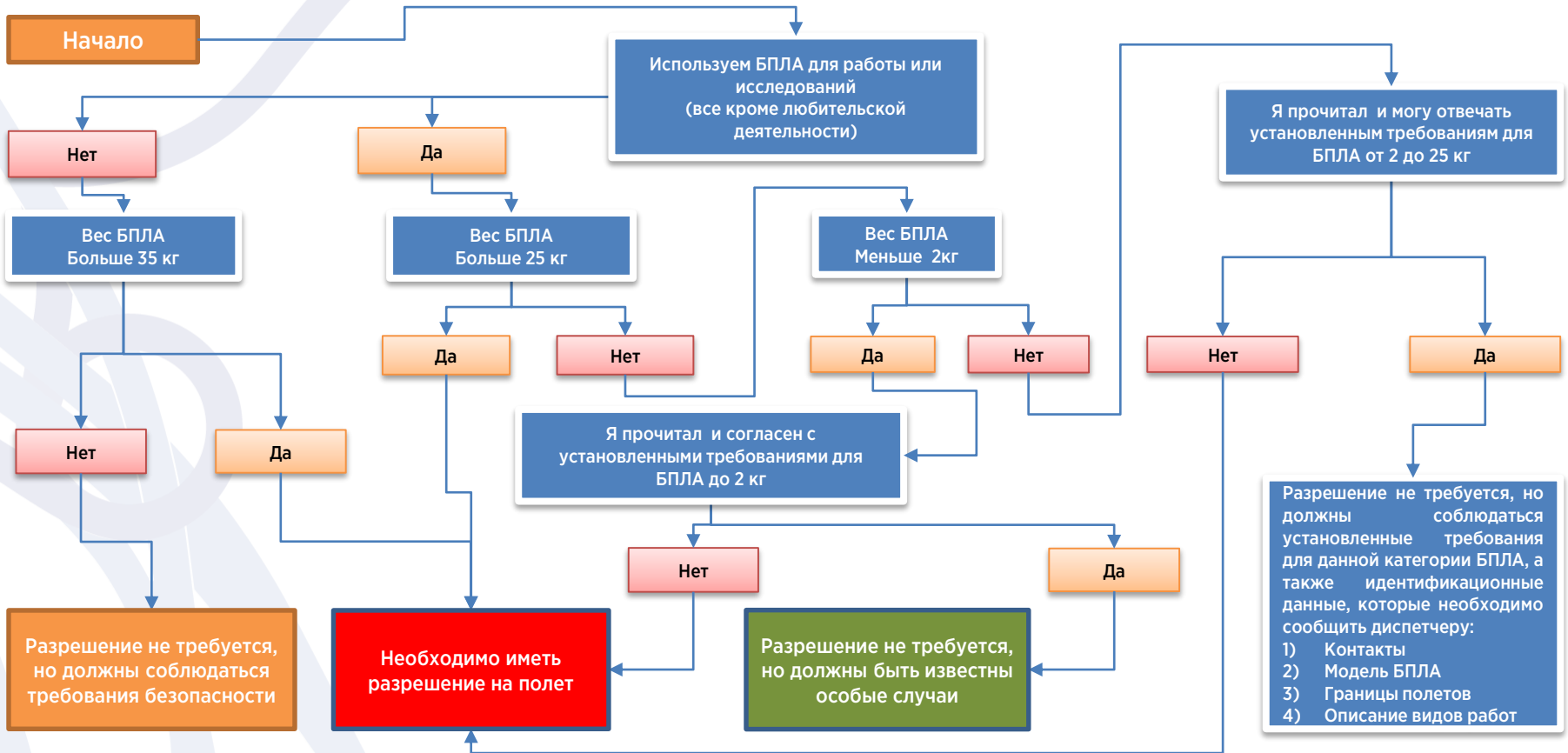
- Клиентский доступ к проектам на всех платформах устройств

# 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 №138 Правительства РФ от 11.03.2010г. «Об Использовании воздушного пространства РФ»)

# Пример структуры получения разрешений на полет





V МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ИННОВАЦИИ  
В ДОРОЖНОМ  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Спасибо за внимание!

Первый заместитель генерального директор  
ООО «Автодор-Инжиниринг»

Рубежанский Андрей Валерьевич

