

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И ГЕОДЕЗИИ»  
Направление подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»  
Профиль «Геодезия»

## **Иллюстративный материал**

к выпускной квалификационной работе на тему:

**«Состояние и перспектива использования БПЛА при решении прикладных задач на территории г. Воронежа и прилегающих районов»**

Выполнил:

Баранов А.С.

Руководитель:

Шумейко В.В.

Консультанты:

Экономический раздел

Живогляд А.В.

Безопасность жизнедеятельности

Попов Б.А.

Воронеж 2019

# Актуальность

Актуальность применения беспилотных технологий во всем мире очевидна. Лидерами научных разработок и производства беспилотных авиационных систем являются США, Израиль, Германия и т.д.

Слабое финансирование со стороны государства сдерживает рынок беспилотных систем в РФ.

Только министерство обороны выделяет значительные средства для этих целей.

Однако, в последнее время востребованность российского рынка, в беспилотных технологиях проявляется не только у силовых структур, но и в гражданских сферах, а именно: картографирование, локальный мониторинг, экологический мониторинг сельского хозяйства, лесоохрана, строительство и т.д.

Даже единое применение беспилотных технологий дает ощутимые результаты.

Это обусловлено следующими факторами:

- эффективность применения по сравнению со съемкой с самолетов;
- оперативность получения снимков высокого разрешения;
- возможность зависания над выбранным объектом;
- возможность применения БПЛА в труднодоступных местах;
- независимость от взлетно-посадочных площадок и т.д.

# Цели и задачи

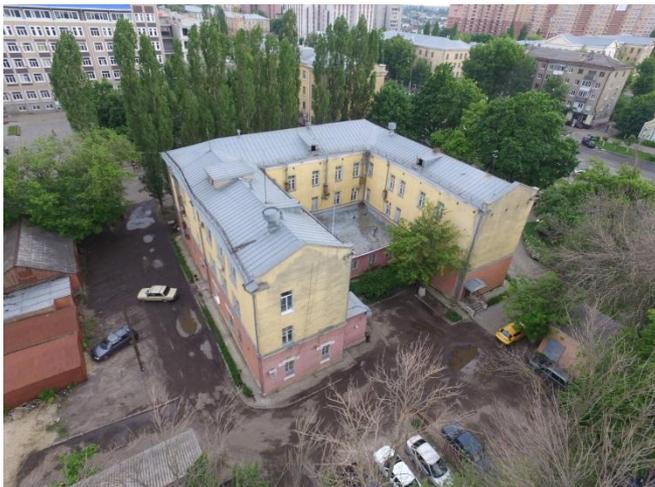
Цели исследования – на основе анализа возможностей беспилотных технологий и выполненных работ на территории г. Воронежа с применением БПЛА показать эффективность данной технологии.

Для достижения цели в рамках исследования ставились и решались следующие задачи:

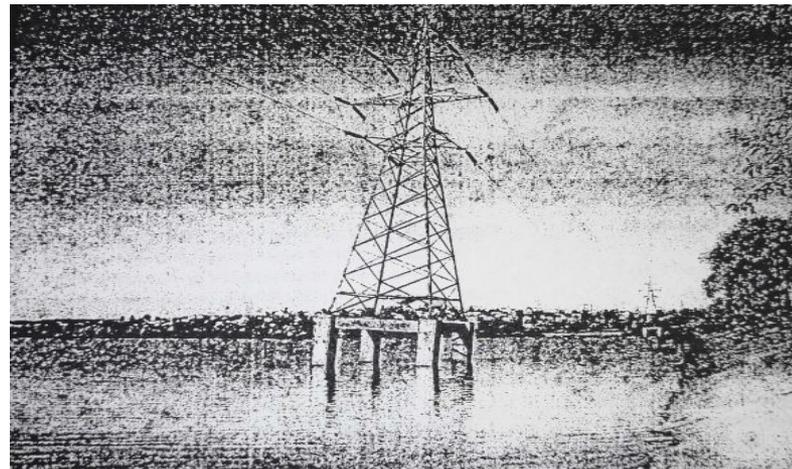
- рассмотреть сферы эффективного применения БПЛА;
- выполнить анализ произведенных работ с применением БПЛА на территории г. Воронежа;
- выполнить экспериментальные съемки;
- показать экономическую эффективность применения БПЛА.

# Объекты исследования

Объектом исследования – является конкретные объекты г. Воронежа.



Поликлиника  
№10



ЛЭП (Северные  
сети)



Выгоревший  
участок леса в  
2010 году



Поиск  
захоронений

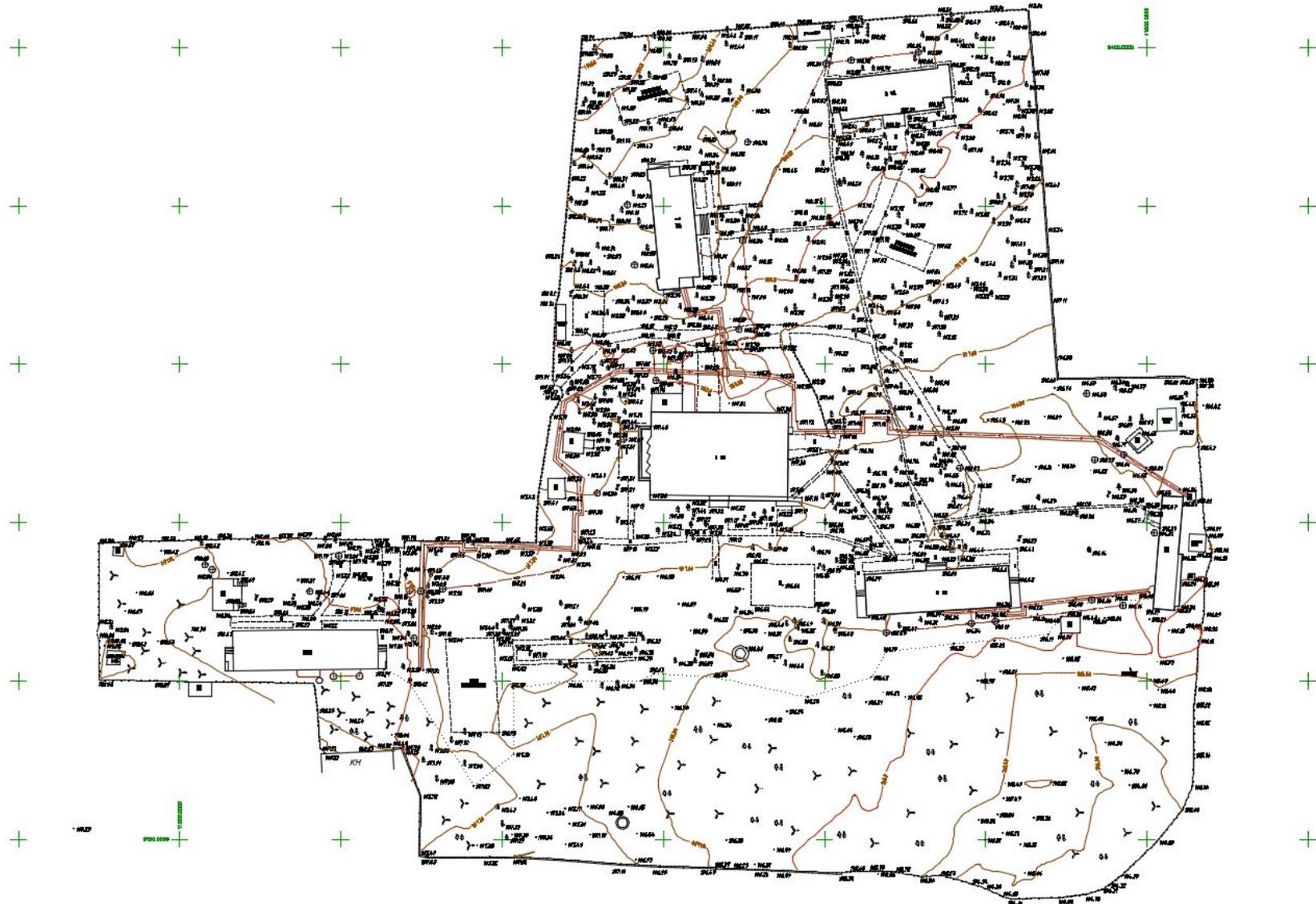
# Используемое оборудование



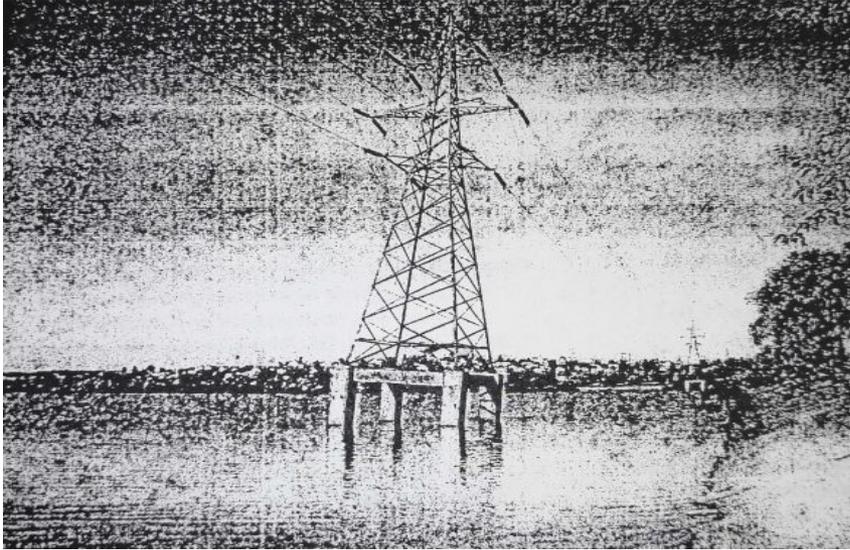
DJI Phantom 3

Вес (включая батарею и пропеллеры)	1280 г
Размер по диагонали (включая пропеллеры)	590 мм
Макс. скорость взлета	5 м/с
Макс. скорость приземления	3 м/с
Точность полета	По вертикали: +/- 10 см По горизонтали: +/- 1 м
Макс. скорость полета	16 м/с
Макс. высота полета	6000 м над уровнем моря
Продолжение таблицы 1	
Температура рабочей среды	от 0°C до 40°C
Поддержка систем навигации	GPS/ГЛОНАСС
Камера и карданная подвеска	
Подвеска	3-осевая
Радиус контроля подвески	тангаж от -90° до +30°
Сенсор	Sony EXMOR 1/2.3", 12.4 миллиона эффективных пикселей
Объектив	f/2.8 (20-мм эквивалент), 94 градуса угол обзора
ISO	100-3200 (видео) 100-1600 (фото)
Выдержка затвора	8 сек — 1/8000 сек
Макс. разрешение фотоснимков	4000x3000
Режимы фото	Отдельный снимок 3/5/7 снимков Автоматический экспобрекетинг Таймлапс
Режимы видео	Phantom 3 Professional UHD: 4096x2160p (24/25 кадров в секунду), 3840x2160p (24/25/30 кадров в секунду) FHD: 1920x1080p (24/25/30/48/50/60 кадров в секунду) HD: 1280x720p (24/25/30/48/50/60 кадров в секунду) Phantom 3 Advanced FHD: 1920x1080p (24/25/30/48/50/60 кадров в секунду) HD: 1280x720p (24/25/30/48/50/60 кадров в секунду)
Поддержка карточек памяти	SD/SDHC/SDXC Micro SD Максимальный объем: 64 GB. Скорость: Class 10 или UHS-1
Максимальный битрейт видео	60 Мбит/сек
Поддерживаемые форматы файлов	Фото: JPEG, DNG Видео: MP4/MOV (MPEG-4 AVC/H.264) Файловая система FAT32 или exFAT (FAT64)
Температура рабочей среды	от 0°C до 40°C
Аккумулятор	

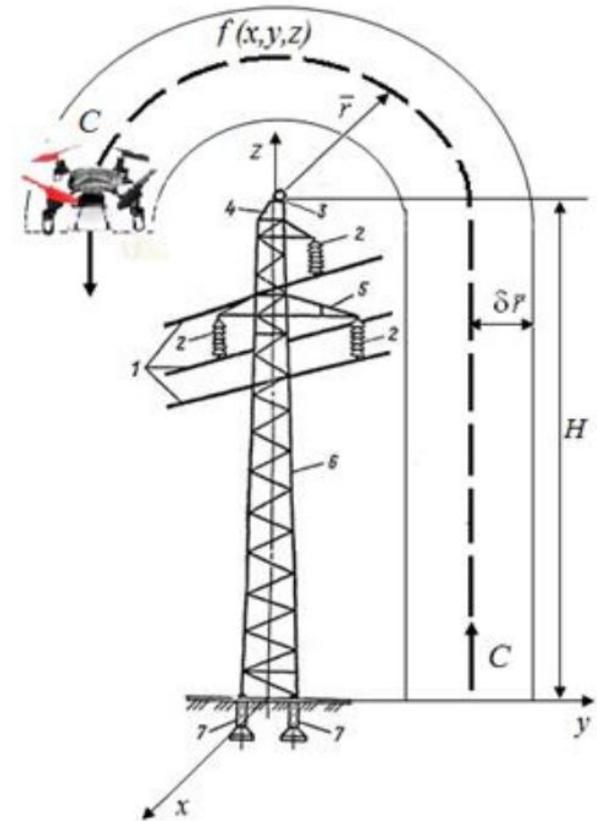
# Тестовый полигон для исследования БПЛА



# Обследование ЛЭП с помощью БПЛА

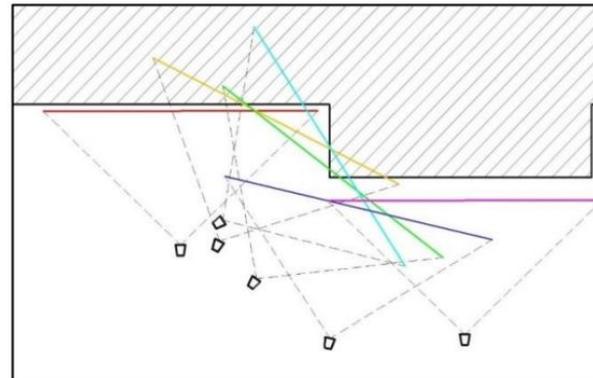
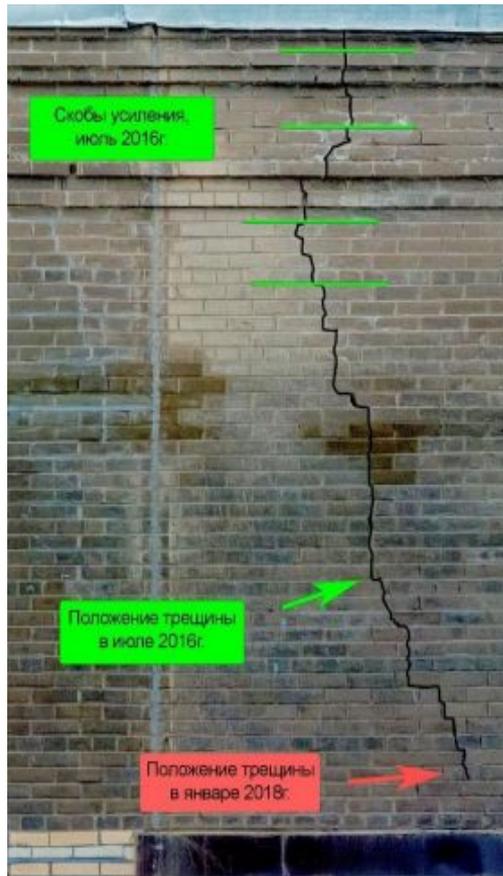


Автоматизация процесса мониторинга ЛЭП позволит без участия оператора получить уникальную фото- и видеoinформацию, в кратчайшие сроки оценить и проанализировать общее состояние линейных объектов энергетической инфраструктуры, а впоследствии – прогнозировать и моделировать природные воздействия на линии, определять дефекты, отклонения проводов и изоляции от допустимых норм, контактных соединений, состояние подвесок



# Применение БПЛА технологий на строительной площадке

Для составления 3D – моделей объекта при правильной фотосъемке и соответствующей фотограмметрической обработке можно получить достаточно точную модель сооружения (1-2 см), что приемлемо при решении задач в обследовании фасадов.



Выбор режима съемки

# 3D – модели по резултатам съемки с БПЛА



Поликлиника  
№10



3D – модели  
города Воронежа

# Экономическая эффективность

Расчет стоимости аэрофотосъемочных работ по основным статьям затрат

Статьи затрат	БПЛА	АН-30
Время на полет к участку, ч	1	1
Стоимость полетов, руб.	268	50 000
Транспортные затраты, руб.	708	425
Затраты на оплату труда, руб.	4 678	3 509
ПВО – планово – высотное обоснование, руб.	10 000	2 000
<b>Общая стоимость АФР, руб.</b>	<b>15 654</b>	<b>55 934</b>

Экономическая эффективность для АФС участка площадью один квадратный километр

Параметры	Затраты		Абсолютное снижение затрат БПЛА/АН-30	Коэффициент относительного снижения затрат, %	Индекс сни жения затрат
	БПЛА	АН-30			
Трудоемкость, ч	4	2,8	-1,2	-42,86	0,7
Стоимость, руб.	15 654	55 934	Экономия на издержках 40 279,51	72,01	3,57

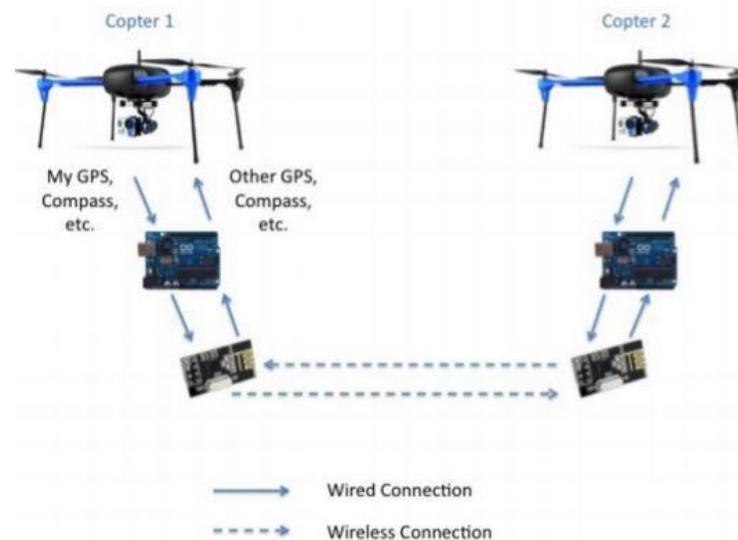
Экономия на издержках						Всего руб.
	ГСМ	СЗР	Удобрения	Семена**	ФОТ произв***	
Расход руб/га*	1 000	300	2 000	400	1 000	
Всего га	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	
Итого расходов руб.	10 000 000	3 000 000	20 000 000	4 000 000	10 000 000	
Экономия с 1% расходов.	100 000	30 000	200 000	40 000	100 000	470 000

# Перспективы развития беспилотных технологий (рой)



## Общий вид

Дроны используются для быстрого формирования 3D-карт стройплощадки, на которой оперативно выходят роботы-бульдозеры, роботы-экскаваторы и роботы-самосвалы, которые выполняют свою работу в соответствии с составленной картой и общим планом строительства без участия людей.



## Схема общения

# Факторы сдерживающие внедрение эффективное

## использование БПЛА

Есть ряд факторов, тормозящих развитие перспективной технологии, которые необходимо решать как можно быстрее:

- ❑ Отсутствие нормативно-правовой базы, регулирующей деятельность применения беспилотных летательных аппаратов.
- ❑ Отсутствие систем предупреждения столкновений, позволяющих интегрировать БПЛА в единое воздушное пространство и совместное их использование с пилотируемой авиацией общего назначения.
- ❑ Повышенная аварийность БПЛА. Многие модели БПЛА используют несовершенные автопилоты.
- ❑ Отсутствуют нормы и порядок сертификации и стандартизации БПЛА.

# Выводы

- ❑ Результаты, полученные в рамках выполненных исследований и практических работ, позволяют сделать выводы о возможности и эффективности применения БПЛА для решения задач топографии, мониторинга в строительстве и т.д.
- ❑ Серьезным тормозом развития рынка и расширения сферы БПЛА является законодательное регулирование.
- ❑ Анализ показал, что это отдельные самостоятельные разработки. Нет единых теоретических разработок.
- ❑ В связи с этим предложение - переходить от экспериментальных (лабораторных) разработок к решению производственных задач. Накапливать опыт.
- ❑ Съёмка с БПЛА гиперспектральной аппаратурой позволяет получить спектрально – топологическую информацию, открывающую большие возможности при мониторинге за состоянием и использованием земельных ресурсов.
- ❑ Фактически, БПЛА становится инструментом, средством измерения аналогично тахеометру, лазерному сканеру. Применение БПЛА-технологий позволяет оперативно получать качественную, объективную информацию для решения различных задач с учетом требований в современных экономических условиях.
- ❑ Технология картографирования с использованием БПЛА уникальна с точки зрения ее новизны, простоты, доступности и экономичности.
- ❑ Нужна поставленная универсальная технология использования. Нужны специалисты, способные грамотно организовать процесс съёмки и обработки данных.

**Спасибо за внимание!**