

## **ТИПЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

*Маслов Доминик Вячеславович, студент 2-го курса*

*кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

*(Научный руководитель – Козловская Л.В, старший преподаватель)*

Гарантирование безопасности а так же надежности транспортных сооружений является важным аспектом развития инфраструктуры, особенно при фотографировании высоких зданий, сооружений и промышленных объектов. Это иногда может быть сложно из-за ограниченной видимости или пространственных ограничений местности. Однако использование автоматизированных летательных аппаратов (беспилотник) позволяет расширить возможности обследования обширной транспортной инфраструктуры. Благодаря разнообразным типам сенсоров, беспилотники могут легко достигать отдаленных и высоких мест, обеспечивая высокую точность и эффективность исследований.

Одним из неотъемлемых моментов процесса обследования транспортных сооружений является тщательное рассмотрение объектов с помощью телеобъектива. Чтобы сделать этот процесс более эффективным, простым и экономным для всех участников, особенно при работе с сложными и зачастую дорогими сооружениями, возможно использование беспилотных летательных аппаратов, оснащенных фотокамерами и другими необходимыми для аэрофотосъемки приборами. Некоторые учебные заведения рассматривают возможность внесения в процесс обучения студентов строительных специальностей использование беспилотных летательных аппаратов в свои учебные программы.

Эта инициатива направлена на подготовку будущих специалистов к более обширному освоению своей профессии. Одной из главных задач, которые будущие специалисты строительных направлений должны освоить, является владение навыками оценки технического состояния зданий и сооружений, а также наличие необходимости в их обслуживании или реконструкции.

Несмотря на то, что на рынке существует множество беспилотников, в строительной отрасли обычно используются иные модели, более







усовершенствованные. В зависимости от типа используемой воздушной платформы, существуют три основных вида БПЛА:

- БПЛА с роторами;
- БПЛА с неподвижным крылом;
- Гибридные БПЛА с неподвижным крылом.

Использование многороторных дронов наиболее эффективно для съемки и записи видео с воздуха. Эти виды дронов можно поместить в разные группы в зависимости от количества роторов, например, трикоптеры (три ротора), квадрокоптеры (четыре ротора), гексакоптеры (шесть роторов) и октокоптеры (восемь роторов).

Ограниченный запас энергии и невысокая скорость являются основными недостатками многороторных дронов. Из-за этих ограничений они не подходят для съемки крупных объектов, таких как трубопроводы, дороги, линии электропередач и автомагистрали. В зависимости от веса беспилотника и камеры, многороторные дроны могут находиться в воздухе примерно 20-30 минут.

Таблица 1 – Основные типы БПЛА в строительной отрасли

Тип используемой воздушной платформы	Особенности	Типы БПЛА	Модель
Неподвижное крыло	Большая дистанция использования		 senseFly eBee X
Роторный БПЛА	Легкий взлет и посадка, точное управление		
Гибридная модель	Включает особенности 2-х моделей		

Беспилотные летательные аппараты с фиксированным крылом не многим отличаются от устройств с несколькими пропеллерами. Они используют крыло для полета и создания подъемной силы, как обычные пассажирские самолеты.

Они не могут зависать в воздухе на месте, борясь с гравитацией, но могут двигаться строго вперед по заданному курсу, пока есть энергия.

Из-за этого БПЛА с фиксированным крылом являются более эффективным выбором для картографирования обширных территорий и способны преодолевать большие расстояния, чем многороторные БПЛА.

Однако у них есть недостатки, такие как невозможность парения в воздухе и крайне малая маневренность, что ограничивает их в возможности при создании детальных аэрофотоснимков, например, промышленных объектов.



Рисунок 1 – Дрон с неподвижным крылом

Еще одним недостатком БПЛА с неподвижным крылом является проблематичность процесса взлета и посадки. В зависимости от размеров беспилотников необходимо иметь полосу для взлета и посадки или специальную пусковую установку для запуска беспилотника с помощью катапульты, чтобы поднять его в воздух, а также полосу для безопасной посадки на землю.

Для преодоления ограничений, связанных с неподвижным крылом у БПЛА, некоторые производители решили объединить все их преимущества с возможностями мультироторных дронов. В результате были созданы гибридные БПЛА, которые могут взлетать вертикально вверх, а затем переходить в горизонтальный полет, используя крылья.

Гибридные версии объединяют преимущества моделей с фиксированным крылом, такие как большее время полета, с преимуществами моделей на основе винтов - возможность парения в воздухе. Гибридные конструкции летательных аппаратов были разработаны в 1960-х годах, но не получили крайне широкого распространения и применения. Однако с появлением нового поколения

датчиков (гироскопов и акселерометров) и специалистов гибридность конструкции получила новый шанс и стала основным направлением развития в строительстве и обследовании зданий, сооружений и автомагистралей.



Рисунок 2 – Гибридный дрон

Основной недостаток гибридных беспилотников заключается в их высокой сложностью управления и стоимости, что ограничивает некоторые компании в приобретении столь эффективного инструмента.

При обследовании технического состояния строительных объектов с помощью беспилотников могут быть использованы:

- Камеры, используемые для систем визуального контроля, они имеют возможность получать изображения и видео в высоком качестве, а также проводить термальный и спектральный анализ объекта.
- Технология трехмерного лазерного сканирования (лидар) позволяет получать и обрабатывать данные об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, использующих свойства поглощения и рассеивания света в прозрачных средах. Это позволяет определять местоположение и обнаруживать объекты с точностью до миллиметров.
- Датчики, способные измерять яркость света, силу давления, наличие паров и газов, уровень УФ-излучения, направление полета и скорость движения беспилотника. Управление беспилотника может осуществляться на различных уровнях контроля.
- Задача может быть запланирована заранее и будет повторяться до тех пор, пока не будет прервана или не произойдет автоматическое

завершение. Данная манипуляция может быть выполнена с участием человека или без его участия.

Использование беспилотника для дистанционного обследования включает в себя три этапа: 1) определение структуры и подготовка к полету; 2) сбор изображений с помощью беспилотника; 3) анализ изображений с использованием эвристических признаков или сверточных нейронных сетей.

На начальном этапе производится комплексная аналитическая работа: отбирается детальная информация об объекте, проводится его подробный исторический осмотр и история обслуживания конструкции; одновременно разрабатывается схема будущей миссии, охватывающая получение всех необходимых разрешительных документов для полета, определение аэронавигационного оборудования и формирование квалифицированной технической команды.

На втором этапе осуществляется тщательная топография ключевых ориентиров объекта – это обеспечивает надёжную привязку всех получаемых визуальных данных к географическим координатам. Ключевым моментом является проведение фотографических и видеоза съёмок при помощи беспилотного летательного аппарата (БПЛА), что позволяет получить высокоточные и полноценные изображения для дальнейшего анализа.

Третий этап подразумевает автоматическую детекцию трещин в железобетоне на основе современных алгоритмов, включая эвристические методы и применение глубокого обучения (Convolutional Neural Networks - CNN). После предварительной обработки снимков, оснащённых геопривязкой, они служат основой для сложной фотограмметрической процедуры в специализированном программном обеспечении Pix4DMapper. Этот этап включает автоматическое преобразование полученных данных из БПЛА и наземной съёмки в детализированные 3D-модели, а также создание высокоточных карт местности с точной привязкой к географическим координатам.

Применение беспилотных аппаратов в инспекционных мероприятиях сталкивается с комплексными задачами:

- Создание стабильного канала связи на протяжении всего полета, обеспечивающего непрерывное взаимодействие с используемым оборудованием.
- Разработка специальных технологий для предотвращения негативных влияний ветровых условий и аэродинамических помех от окружающих объектов, а также адаптации к изменяющимся погодным условиям.

- Достижение предельно высокой точности позиционирования используемого беспилотника в различных условиях: - при наличии GPS/ГЛОНАСС сигналов; - без их использования (например, в закрытых пространствах под мостами); - не полагаясь на маяки.
- Разработка и внедрение мер предотвращения или смягчения последствий возможных столкновений беспилотников с поверхностями и непредвиденного контакта оборудования, минимизируя риски повреждений дорогостоящего оборудования.

Применение БПЛА решает проблему обследования малодоступных участков зданий и сооружений, даже с мало различимыми дефектами и повреждениями, позволяет выполнять контактное освидетельствование на большой высоте, кроме того, дроны могут быть использованы при контроле безопасности на строительной площадке, инспектировании строительства, измерении объемов и 3D-моделировании.

#### Литература:

1. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. АО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ». Москва. 1997.
2. Drone Omega. Types of Drones. Retrieved August 2, 2019,
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
4. Евстратов, В.С. О применении искусственных нейронных сетей в строительстве / В.С. Евстратов // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании.
5. А.А. Тихонов, Д.Ж. Акматов, Обзор программ для обработки данных аэрофотосъемки