

## Использование квадрокоптеров для обследования объектов

*А.С. Кавелин, В.Э. Нуриев, А.Д. Тютина*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** в статье описывается инновационный способ мониторинга, контроля и обследования зданий и сооружений с использованием беспилотных летательных аппаратов, основные достоинства этого метода, приведены примеры. Цель данной работы – доказать эффективность применения дронов для обследования труднодоступных и высотных объектов.

**Ключевые слова:** обследование зданий и сооружений, квадрокоптер, дрон, беспилотный летательный аппарат, дефект, износ, труднодоступность, термодатчик, доступность, безопасность.

Эксплуатация большинства зданий и сооружений предусматривает их регулярное обследование, в процессе которого выявляются зоны, пришедшие к критической степени износа, повреждения крыш, линий электропередач, мостов, нефтепроводов и других объектов, разрабатываются решения по их восстановлению.

К сожалению, далеко не всегда удается изучить объект с должным качеством, особенно если он труднодоступен. Использование подъемных кранов, канатов, строительных лесов, услуг специально обученных промышленных альпинистов и иных способов приводит к большим материальным расходам. Но не так давно появился отличный вариант, уже хорошо зарекомендовавший себя на мировом рынке — обследование объектов с помощью беспилотных летательных аппаратов [1].

Обследование зданий с использованием квадрокоптеров позволяет за короткие сроки получить информацию о наличии дефектов, их характере и, не подвергая людей опасности, оценить объемы ущерба от аварий, пожаров [2].

Современные квадрокоптеры хорошо справляются с обследованием разного рода объектов. Дроны обладают отличными лётными характеристиками — стабильный полёт при осадках и ветре, высокая

скорость и быстрое достижение цели [3]. Ёмкие аккумуляторы дают им возможность долго работать без подзарядки, а различные датчики и разработанные инженерами и программистами алгоритмы — копировать ландшафт и автоматически облетать преграды [4]. Камеры с высоким разрешением съемки и другими приспособлениями, например, термодатчики, которыми оснащены дроны, дают возможность детально рассмотреть интересующий объект, делать снимки и производить запись видео, а современные тепловизоры упрощают обнаружение повреждений и дефектов анализом тепловой картины [5].

Процесс использования беспилотных летательных аппаратов организован довольно просто – дрон, управляемый обученным специалистом с земли, облетает, фотографирует и, при необходимости, снимает видео объекта с нескольких ракурсов в высоком разрешении. Далее полученные файлы исследует специалист, возможен осмотр с использованием специальных программ, включая построение 2D и 3D модели объекта. В процессе обработки полученной информации специалист выявляет деформации и повреждения объекта исследования и приступает к разработке мероприятий по их устранению.

Снимки, сделанные с использованием беспилотных летательных аппаратов, позволяют выявить практически все возможные дефекты, например:

1. Повреждение окон с аргоновым наполнением в зданиях офисов (рис. 1.).
2. Полное изображение крыши с широкими углами с полной детализацией, необходимой для анализа (рис. 2.).
3. Невидимые на первый взгляд повреждения от воды (рис. 3.).

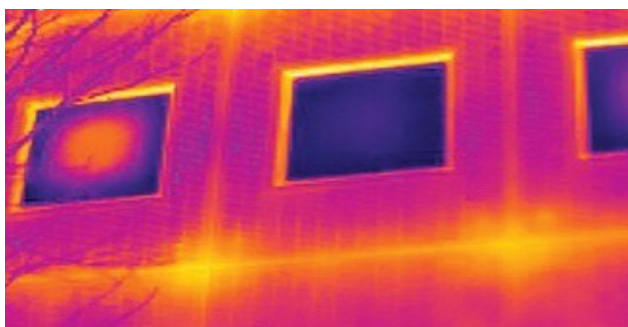


Рис. 1. - Повреждённые окна с аргоновым наполнением в зданиях офисов

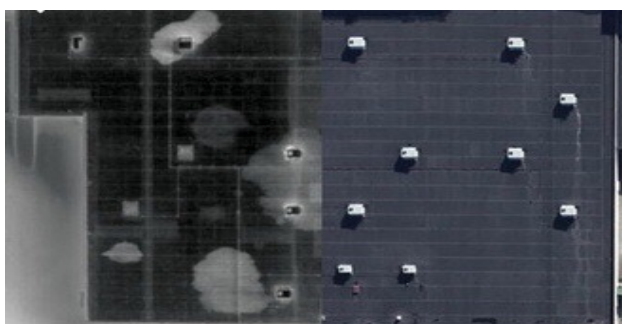


Рис. 2. - Полное изображения крыши с широкими углами с полной детализацией, необходимой для анализа

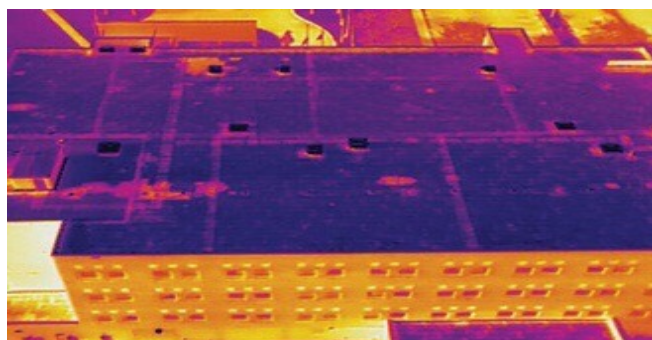


Рис.3. – Невидимые на первый взгляд повреждения от воды

Преимущества использования дронов для мониторинга и обследования объектов:

1. Минимальные сроки – обследование занимает часы, минуты;
2. Безопасность – обследование проводится дистанционно, опасности для людей нет;
3. Минимальные расходы – обследование не требует затрат на дополнительную аппаратуру и людей;



4. Доступность – сбор данных производится на расстоянии до нескольких сотен метров в любую погоду, данные передаются по Wi-Fi;
5. Объективность – анализ дефектов по точным данным;
6. Возможность обследования в ультрафиолетовом (УФ) и инфракрасном (ИК) диапазонах;
7. Возможность обследования опасных и труднодоступных объектов;
8. Создание 3D модели объекта с подробным указанием местоположения дефектов [6,7];

Ограничения в применении и недостатки метода:

1. Возможность падения и деформации дрона;
2. Возможность порчи окружающего имущества, травмы людей, животных и птиц;
3. Недопонимание со стороны жильцов и окружающих, в силу непонимания ими процесса и целей съемки;
4. неполадки и проблемы с управлением, вызываемые от антенн любых видов связи [8];
5. Обязательно наличие разрешения на использование беспилотных летательных аппаратов, согласно действующим законам Российской Федерации;

Стоит отметить, что технология сравнительно новая, так же дроны и инструменты для их работы постоянно совершенствуются ведущими мировыми разработчиками, такими как Autodesk, Kimley-Horn и 3D Robotics, производится ПО для использования и автоматизации процессов, ограничений и недостатков с течением времени становится меньше [9].

Беспилотные летательные аппараты способны мониторить состояние: промышленных объектов, в том числе строящихся, торговых центров, жилых домов, тоннелей, складских помещений, градирен, мостов, путепроводов, ЛЭП, магистральных нефтепроводов, мачт и вышек сотовой связи,

---

ветроэлектрических турбин, телекоммуникационных антенн и многих других объектов [10].

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что использование беспилотных летательных аппаратов модернизирует и упрощает все виды обследования зданий и сооружений, значительно сокращает сроки проведения исследований и уменьшает риски. При качественно выполненной съемке и правильной обработке полученных данных, можно выявить результаты, удовлетворяющие большинству возникающих задач. Описанный метод показывает преимущество над традиционными методами обследования зданий и сооружений, является современным и актуальным в сфере обследования объектов, строительного надзора и контроля.

### Литература

1. Cefalo R., Zieliński J.B., Barbarella M. New Advanced GNSS and 3D Spatial Techniques: Applications to Civil and Environmental Engineering, Geophysics, Architecture, Archeology and Cultural Heritage, Luxemburg: Springer, 2017, p. 19.
2. Toro F.G., Tsourdos A. UAV Sensors for Environmental Monitoring, Switzerland: MDPI, 2018, p. 64.
3. Kilby T., Kilby B. Getting Started with Drones: Build and Customize Your Own Quadcopter, USA: Maker Media, 2015, p. 18.
4. Koubaa A. Robot Operating System (ROS): The Complete Reference, Luxemburg: Springer, 2019, p. 82.
5. Кавелин А.С., Тютина А.Д., Нуриев В.Э., Колотиенко М.А. Использование тепловизионного метода для обследования зданий и сооружений: обзор // Инженерный вестник Дона, 2019, №6. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2019/6055](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2019/6055)



6. Фиговский О. Л. Инновационный инжиниринг – путь к реализации оригинальных идей и прорывных технологий // Инженерный вестник Дона, 2014, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321)
7. Студеникин А.В., Михалин В.А., Иванов Р.В., Магаршак С.И. Практика применения перспективных беспилотных летательных аппаратов для мониторинга и аэрофотосъемки // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. Т. 9. № 4. С. 102-106. URL: [jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=1096](http://jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=1096)
8. Perritt H.H. Jr., Sprague E.O. Domesticating Drones: The Technology, Law, and Economics of Unmanned Aircraft, UK: Routledge, 2016, С. 9-12.
9. Погорелов В. А. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2016, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571)
10. Туккия А.Л., Мамонов А. О. Опыт использования квадрокоптеров для обследования зданий и сооружений // Вестник гражданских инженеров, 2017, №3. URL: [vestnik.spbgasu.ru/article/opyt-ispolzovaniya-kvadrokoptero-v-dlya-obsledovaniya-zdaniy-i-sooruzheniy](http://vestnik.spbgasu.ru/article/opyt-ispolzovaniya-kvadrokoptero-v-dlya-obsledovaniya-zdaniy-i-sooruzheniy)

### References

1. Cefalo R., Zieliński J.B., Barbarella M. New Advanced GNSS and 3D Spatial Techniques: Applications to Civil and Environmental Engineering, Geophysics, Architecture, Archeology and Cultural Heritage, Luxemburg: Springer, 2017. p. 19.
2. Toro F.G., Tsourdos A. UAV Sensors for Environmental Monitoring, Switzerland: MDPI, 2018. p. 64.
3. Kilby T., Kilby B. Getting Started with Drones: Build and Customize Your Own Quadcopter, USA: Maker Media, 2015. p. 18.
4. Koubaa A. Robot Operating System (ROS): The Complete Reference, Luxemburg: Springer, 2019. p. 82.



5. Kavelin A.S., Tyutina A.D., Nuriev V.E., Kolotienko M.A. Inzenernyj vestnik Dona, 2019, №6. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2019/6055](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2019/6055)
6. Figovsky O. L. Inzenernyj vestnik Dona, 2014, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321)
7. Studenikin A.V., Mikhailin V.A., Ivanov R.V., Magarshak S.I. Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space (Rus), 2012. V. 9. No. 4. pp. 102-106. URL: [jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=1096](http://jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=1096)
8. Perritt H.H. Jr., Sprague E.O. Domesticating Drones: The Technology, Law, and Economics of Unmanned Aircraft, UK: Routledge, 2016, pp. 9-12.
9. Pogorelov V. A. Inzenernyj vestnik Dona, 2016, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571)
10. Tukkiya A. L., Mamonov A. O. Vestnik grazhdanskih inzhenerov, 2017, №3. URL: [vestnik.spbgasu.ru/article/opyt-ispolzovaniya-kvadrokopterovdlya-obsledovaniya-zdaniy-i-sooruzheniy](http://vestnik.spbgasu.ru/article/opyt-ispolzovaniya-kvadrokopterovdlya-obsledovaniya-zdaniy-i-sooruzheniy)