

# ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА ВЕРТОЛЕТНОГО ТИПА

## КРАТКИЙ ОБЗОР



**МАТВЕЕВ Владимир Иванович**  
Канд. техн. наук,  
АО «НИИ интроскопии МНПО  
«Спектр», Москва

Описываются основные типы беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа, широко применяемых на практике, в том числе в энергетике, геологоразведке, поисковых операциях и т.д. Приводятся главные характеристики беспилотных средств наиболее известных компаний. Представлены примеры основных применений БПЛА в неразрушающей диагностике, особенно в визуальном контроле.

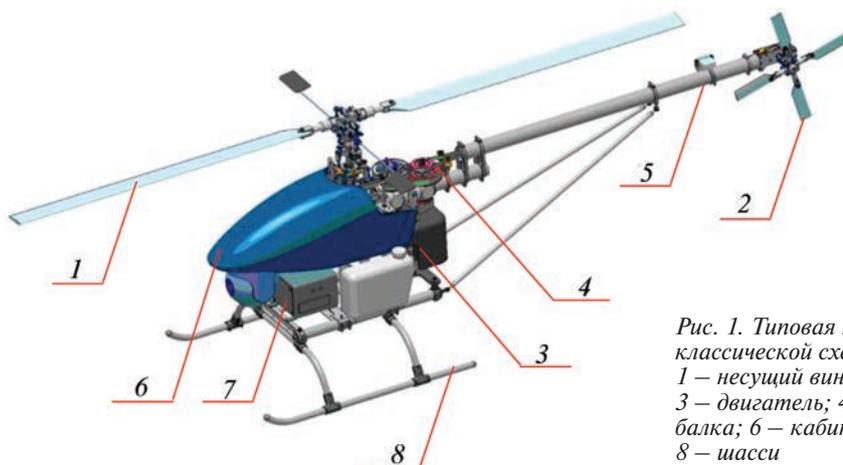
### Введение

В настоящее время активно развивается направление создания беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Наибольшее распространение

получили аппараты вертолетного и самолетного типов. Они представляют собой уменьшенные копии пилотируемых аппаратов и управляются оператором дистанционно из стационарного или мобильного пункта. Так как для обеспечения наблюдательных и охранных целей от БПЛА требуется возможность зависания над определенной точкой, то в данном отчете речь пойдет только о БПЛА вертолетного типа, поскольку беспилотные самолеты не способны выполнить данное требование. Также преимуществом вертолетов является возможность вертикального взлета и посадки. К недостаткам относятся меньшая скорость и дальность полета по сравнению с самолетами, но для поставленных задач этот недостаток не является критичным.

БПЛА вертолетного типа различаются по типу конструкции и летным характеристикам (полезная нагрузка, время полета, фактический потолок и т.д.). Наибольшее распространение получили три типа конструкции – классическая, соосная и многогороторная.

Вертолеты классической схемы имеют двухвинтовую схему. Вращение несущего винта создает подъемную силу, а рулевой винт гасит его вращательный момент, тем самым не позволяя кабине вертолета вращаться в противоположную сторону вращения несущего винта.



*Рис. 1. Типовая конструкция БПЛА вертолетного типа классической схемы:  
1 – несущий винт; 2 – рулевой винт;  
3 – двигатель; 4 – редуктор двигателя; 5 – хвостовая балка; 6 – кабина (фюзеляж); 7 – полезная нагрузка; 8 – шасси*

## 1. Характеристики БПЛА вертолетного типа классической конструкции

Модель	Производитель	Диаметр несущего винта, м	Длина БПЛА*, м	Полезная нагрузка, кг	Длительность полета, мин	Фактический потолок, м	Ориентировочная цена
«Ворон-700»	МАИ	2,580	2,50	15	150	2500	2 млн руб.
NEO S-300	Swiss UAV GmbH	3,000	2,75	35	90	–	–
SkyPatrol-5	ООО «ТЕХНОКОМ ГРУПП»	1,800	2,00	5	45	1500	–
SkyPatrol-100	ООО «ТЕХНОКОМ ГРУПП»	1,850	1,60	9	180–360	3000	–
ZALA 421-06	Zala AERO, Россия	1,700	1,60	2	120	2000	–
Skeldar V-200	Saab, Швеция	–	–	40	300	–	–
ДПВ-6-Б	ОАО «НПП «Радар ММС»	–	1,80	6	30	500	–
ДПВ-12-Б	ОАО «НПП «Радар ММС»	–	2,00	12	60	500	–
«Хаски»	ЗАО «НПФ «КВАНД-АСХМ»	3,195	3,37	42	75	4000	–

\* Под длиной БПЛА подразумевается расстояние от начала кабины до конца хвостовой балки.

При соосной схеме рулевой винт отсутствует. Гашение вращательного момента осуществляется за счет противоположного направления вращения двух несущих винтов, закрепленных на одной оси. Такие вертолеты обладают потенциально меньшими габаритами, так как не нуждаются в длинной хвостовой балке, однако имеют более сложную конструкцию редуктора двигателя.

У вертолетов многороторного типа несколько винтов (от 3 до 6) расположены по кругу. У каждого винта может быть как отдельный двигатель, так и один на все, расположенный в центре конструкции. Такие вертолеты обладают большей устойчивостью, однако уступают другим вертолетам по летным характеристикам.

В зависимости от полезной нагрузки, которую способен нести такой аппарат, он может выполнять транспортные, охранные или наблюдательные задачи. По массе полезной нагрузки можно выделить следующие типы вертолетов: сверхлегкие (до 0,5 кг), легкие (от 0,5 до 5 кг), средние (от 5 до 25 кг), тяжелые (от 25 до 100 кг) и сверхтяжелые (свыше 100 кг). Для поставленных задач наиболее подходят легкие и средние БПЛА.

На сегодняшний день существует достаточно большое количество организаций, занимающихся разработкой и продажей БПЛА. Среди отечественных фирм стоит отметить «Вертолеты России», «НЕЛК», «Иркут», Zala AERO, ООО «ТЕХНОКОМ ГРУПП», а также Московский авиационный институт. Из иностранных фирм можно выделить Saab (Швеция), Draganfly Innovations Inc. (Канада), Swiss UAV GmbH (Швейцария).

### БПЛА вертолетного типа классической конструкции

Классический тип конструкции является на сегодняшний день наиболее распространенным. На рис. 1 представлена типовая конструкция тако-



Рис. 2. NEO S-300

го аппарата на примере модели 333 «Ворон» (Московский авиационный институт).

Несущий и рулевой винт может иметь от 2 до 4 лопастей. В качестве шасси могут выступать как колеса, так и полозья. Все рассмотренные аппараты данного типа оснащены двигателями внутреннего сгорания. В табл. 1 представлены характеристики ряда моделей данного типа.

На рис. 2 показан внешний вид одной из приведенных моделей.

### БПЛА вертолетного типа соосной конструкции

При использовании соосной конструкции несущих винтов удастся заметно сократить габариты аппарата. Такие аппараты имеют лучшую маневренность и управляемость по сравнению с классическими вертолетами. Но при этом усложняется конструкция, что приводит к удорожанию модели.

На рис. 3 приведена типовая конструкция БПЛА данного типа на примере КА-137 производства «Вертолеты России».

Для дополнительной устойчивости в конструкции может присутствовать хвостовая балка. В табл. 2 представлены характеристики ряда моделей данного типа.

## 2. Характеристики БПЛА вертолетного типа соосной конструкции

Модель	Производитель	Диаметр несущего винта, м	Длина БПЛА*, м	Полезная нагрузка, кг	Длительность полета, мин	Фактический потолок, м	Ориентировочная цена
КА-137	«Вертолеты России»	5,3	2,30	50 – 80	240	2900	–
KOAX X-240	Swiss UAV GmbH	2,4	0,95	8	90	~2000	–
«Аэробот»	«Стилсофт»	0,4	0,30	3	30	1000	~ 3 млн руб.
Vezdelyot air-250*	«Группа ЭЙР» (ЦАГИ)	~0,4	~0,70	5	20 – 40	4000	–

\* Аппарат вентиляторного типа (с электродвигателем).

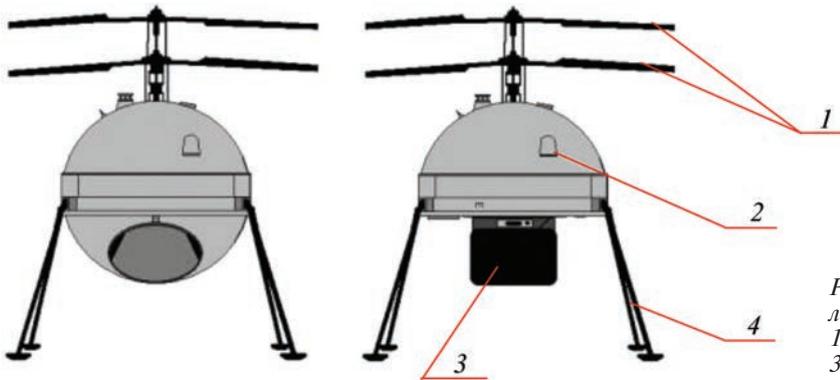


Рис. 3. Типовая конструкция БПЛА вертолетного типа соосной схемы: 1 – несущие винты; 2 – кабина (фюзеляж); 3 – полезная нагрузка; 4 – шасси



Рис. 4. КА-137

Модели КА-137 и KOAX X-240 оснащены двигателями внутреннего сгорания, модель «Аэробот» имеет электродвигатель.

На рис. 4 показан внешний вид одной из приведенных моделей.

### БПЛА вертолетного типа многороторной конструкции

Вертолеты многороторной конструкции отличаются высокой устойчивостью в полете, они практически бесшумны, обладают малыми габаритами, но имеет низкую грузоподъемность. Поэтому на них не могут быть установлены стандартные приборы наблюдения (тепловизоры и видеокамеры), но их можно оснастить облегченными модулями таких приборов.

На рис. 5 представлена типовая конструкция БПЛА вертолетного типа многороторной схемы на примере модели ZALA 421-21 «Серафим».

Количество роторов может быть от 3 до 6, на каждом роторе может располагаться один или два винта, вращающихся в противоположные стороны. Все модели оснащены электродвигателями и снабжены сменными литиевыми аккумуляторами.

В качестве нагрузки выступают системы стабилизации, ориентирования, передачи информации, наблюдательные устройства и системы крепления наблюдательного устройства.



Рис. 5. Типовая конструкция БПЛА вертолетного типа многороторной схемы: 1 – несущие винты; 2 – центральный двигатель; 3 – нагрузка; 4 – шасси

### 3. Характеристики БПЛА вертолетного типа многороторной конструкции

Модель	Производитель	Основной диаметр*, м	Число роторов, шт.	Полезная нагрузка, кг	Длительность полета, мин	Фактический потолок, м	Максимальная линейная скорость, км/ч	Ориентировочная цена
«Колибри»	«НЕЛК», Россия	~0,50	6	0,80	30	300	50	600 тыс. руб.**
ZALA 421-21 «Серафим»	Zala AERO, Россия	0,60	6	0,50	25	1000	30	–
«Пустельга»	ФГУП «НИИ прикладной механики имени академика В.И. Кузнецова», Россия	0,50	4	0,30	60	150	54	–
Draganflyer X6	Draganfly Innovations Inc., Канада	0,99	3	0,50	20	2348	50	–
Draganflyer X8	Draganfly Innovations Inc., Канада	1,06	4	1,00	20	2348	50	–
MD4-1000	Microdrones GmbH, Германия	1,03	4	1,20	70	1000	54	–
Серия MikroKopter	HiSystems GmbH, Германия	~1,00	3 – 12	0,25 – 1,00	15 – 40	350	~50	–
AirRobot	Airrobot GmbH & Co KG, Германия	1,00	4	0,20	30	1000	50	–
МиниБЛА	МАИ, Россия	1,25	4	0,25	30 – 60	–	72	–

\* Под основным диаметром подразумевается расстояние между двумя диаметрально расположенными роторами.

\*\*Цена необорудованного устройства (при комплектации оборудованием НЕЛК цена от 1,2 млн руб.).

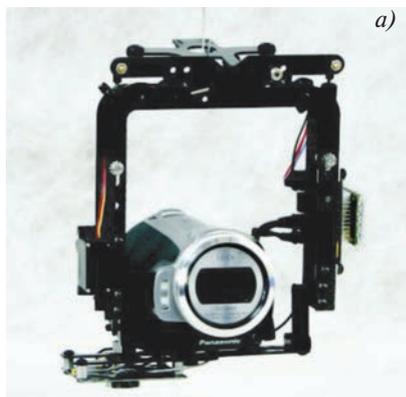


Рис. 6. Варианты крепления наблюдательного устройства



Рис. 7. Photon 640 (Flir System)

Для стабилизации летательного аппарата во время съемки используются гироскопы или гироскопические платформы. Для определения местонахождения объекта слежения на аппараты устанавливаются платы GPS. Для дистанционного управления и передачи информации от наблюдательного устройства используется радиоканал. Поэтому на аппараты необходимо устанавливать модуль радиосвязи (например, Bluetooth), а также ЦАП в виде отдельной платы. Крепление наблюдательного устройства может быть двух типов: универсальное, предназначенное для установки серийного неспециализированного оборудования (рис. 6, а); специальное, в виде готового модуля (рис. 6, б).

Пример тепловизионного модуля, разработанного специально для установки на БПЛА, приведен на рис. 7. Масса такого модуля составляет порядка

300 – 500 г. Он оснащен неохлаждаемой матрицей 644×512 пикс.

На рис. 8 показан внешний вид одной из приведенных моделей

#### Диагностические возможности БПЛА

Большинство уже реализуемых возможностей БПЛА традиционно относятся к военной сфере, но и некоторые гражданские направления совершенствования таких технологий выходят на передовые позиции.

Наиболее очевидное применение БПЛА – получение визуальной информации. Такая информация важный компонент многих видов комплексных обследований, относящихся к области неразрушающего контроля. Применению БПЛА в этой области способствуют многие особенности и воз-



Рис. 8. «Колибри»

возможности летательных устройств современного уровня, например многочисленные и достаточно компактные модели с различными техническими характеристиками, возможности управления дронами, совместимость получаемой информации с другими компьютерными технологиями.

Самая простая задача, которую можно решать с помощью БПЛА, — осмотр удаленного объекта. В деле неразрушающего контроля важно учитывать, что наиболее эффективны визуальные обследования, выполняемые специалистом с большим опытом. Таким профессионалом можно стать лишь с возрастом, который, к сожалению, не способствует выполнению многих видов осмотра объектов в натуре. Вот почему в любой солидной лаборатории неразрушающего контроля понимают и используют возможности визуального контроля с воздуха с помощью дронов.

Для многих объектов осмотр с помощью БПЛА — единственная возможность визуального контроля и некоторых других технологий оценки состояния и качества.

За последние годы интерес к применению БПЛА в хозяйственных целях не только увеличился, но и реализуется во многих проектах и программах. Появляются модели летательных устройств, сконструированных специально для решения производственных задач. Их так и называют — промышленные дроны.

Одна из интересных модельных линий таких промышленных БПЛА создана и развивается в Швейцарии. Местная компания FLYABILITY занята разработкой и изготовлением дронов, предназначенных для обследования труднодоступных и стесненных мест промышленной среды. Главной особенностью этих летательных аппаратов является защитная система, позволяющая исключить повреждение лопастей квадрокоптеров. Эта защитная система — миниатюрная решетчатая сферическая конструкция, созданная по принципам знаменитого купола Фуллера. Решетчатая структура такой за-

щиты практически не препятствует возможностям визуального контроля, но полностью исключает физический контакт лопастей дрона с любыми препятствиями. Эта особенность, а также повышенная маневренность и управляемость швейцарских БПЛА позволяют направлять их в самые стесненные и замкнутые пространства, выполнять в них любые маневры.

Эффект от применения таких дронов комплексный: визуальный контроль труднодоступных мест значительно упрощается, объекты можно подвергать осмотру без прекращения их работы, оперировать таким БПЛА можно без какой-либо особенной предварительной подготовки.

Эта последняя особенность нередко становится ключевым достоинством применения дрона в деле визуального контроля недоступных мест. Ведь при этом ошибки неопытного оператора не приводят к поломке или потере летательного аппарата. Опыт нескольких лет разработки и практической эксплуатации моделей такого типа показал, что дроны от FLYABILITY уверенно выдерживают любые виды столкновений с подвижными и неподвижными препятствиями. Ни полет, ни поток информации от таких столкновений не прекращаются.

Одно из направлений применения БПЛА в сфере неразрушающего контроля напрашивается само собой. Это визуальный контроль линий электропередач и других объектов энергетики. Из соображений безопасности доступ человека к таким объектам был и будет максимально затруднен и ограничен. Естественная и логичная идея применения дронов для обследования линий электропередачи (ЛЭП) реализуется во многих странах. Интересно, что практически повсеместно технология использования БПЛА сталкивается с непростыми реалиями законодательного обеспечения эксплуатации такой аппаратуры. Немало проблем с разрешительными и контролирующими сферу воздухоплавания органами, к примеру, пришлось урегулировать для применения дронов в обслуживании ЛЭП. Вот типичные задачи, решить которые помогают БПЛА в энергетике: осмотр состояния проводов и кабелей, оценка состояния изоляторов и узлов их крепления, осмотр и оценка опор, инженерных сооружений и устройств. Для получения необходимой информации БПЛА экипируют необходимой техникой. Кроме видеокамеры, на летательный аппарат могут быть установлены 3D-сканер, тепловизор, другая аппаратура.

Традиционный визуальный контроль ЛЭП и их оборудования осуществляется двумя способами — с земли и непосредственным осмотром. Визуальный контроль линий электропередач с земли характеризуется невысоким уровнем точности, ограниченным объемом получаемой информации. Непосред-

ственный осмотр ЛЭП дает точную и исчерпывающую информацию, но отличается опасностью и ограничениями высотных работ и требует отключения линии. Затраты времени и стоимость непосредственного осмотра чрезвычайно высоки. Применение БПЛА позволяет не только радикально ускорить и упростить визуальный контроль ЛЭП, но и сделать его более содержательным. К примеру, использование тепловизионной аппаратуры дает возможность обнаружить места аномального нагрева.

Применение БПЛА значительно упрощает трудоемкие операции оценки состояния промышленных дымоходов. Вот что может дать использование летательных аппаратов, оборудованных видео- и тепловизионной техникой: осмотр тела труб дымоходов без ограничений по высоте и другим особенностям; визуальный контроль оголовка – верхней части труб дымоходов, одного из наиболее уязвимых элементов таких конструкций; оценка состояния теплоизоляционных и других покрытий, футеровки. Большинство таких операций неразрушающего контроля с помощью дрона можно выполнять без остановки работы дымоходной системы и трубы.

Несомненная польза БПЛА проявляется не только по отношению к крупным объектам недвижимости – зданиям, сооружениям, природным объектам. Машины большого размера также можно обследовать с помощью дрона. Очень перспективным направлением применения дронов считается их использование в авиации. Дело в том, что обследование обшивки и внешних конструктивных элементов летательных аппаратов – важный элемент регулярного контроля состояния этих сложных и очень больших машин. Одним из пионеров применения дронов при обследовании самолетов можно назвать компанию AIRBUS. Использование такой техники уже несколько лет практикуется в ангарах этой компании. В этой компании разработан и создан специальный дрон AID, технология применения которого проходит необходимые сертификации, предусмотренные системой международных соглашений в сфере авиации. После завершения комплекса сертификации дроны этого типа будут использоваться не только в ангарах предприятия-разработчика, но и во многих сервисных и ремонтных компаниях, работающих в сфере авиационной техники.

Для беспилотников для работы с крупными машинами характерна специфика конструкции и системы управления: параметры дронов учитывают особенности работы в ангаре; применены подбронные по параметрам видеокамеры; дроны оснащены дополнительными системами безопасности, позволяющими избежать повреждений БПЛА и

обследуемого самолета или вертолета, в частности датчики препятствий; используется специальное программное обеспечение, определяющее все процессы контроля – от маршрута осмотра до регламента фотосъемки.

Интересно, что работы по внедрению беспилотников в обслуживание самолетов – только часть глобального проекта «Ангар будущего». Цель этого проекта – достижение нового, принципиально более качественного и эффективного формата обеспечения безопасности полетов и обслуживания авиационной техники. К примеру, использование дронов в инспекции фюзеляжа и других видимых, но труднодоступных элементов воздушного судна позволяет завершить эти работы за считанные часы. Традиционный же визуальный осмотр занимает несколько дней.

Специалисты, занятые неразрушающим контролем в авиации, считают, что применение БПЛА очень выгодно хотя бы из-за возможности оперативно и точно изучить верхнюю часть фюзеляжа самолета. В обычных условиях выполнение этой работы требует специальной громоздкой платформы.

Таким образом, диагностические способности БПЛА огромны в связи с возможностью оперативной доставки многочисленных средств неразрушающего контроля в труднодоступные участки на огромных площадях. А средства контроля, оснащенные искусственным интеллектом (ИИ), обладают еще более широкими возможностями. Приведем ряд конкретных примеров реализации на практике диагностических БПЛА, обладающих теми или иными средствами неразрушающего контроля, к тому же оснащенными ИИ.

Ученые из Университета Южной Дании на базе дрона Tarot 650 создали робота, способного находиться в воздухе практически неограниченное время. Он предназначен для инспекции ЛЭП и от них же способен подзаряжаться благодаря специальному захвату. Телеграм-канал «Беспилот» объясняет принцип работы: как только беспилотник фиксирует низкий уровень заряда батарей, камеры и радар начинают искать ближайшую линию электропередач. Найдя ее, аппарат специальными направляющими захватывает провод, а затем надежно фиксирует контакт двумя эластомерными лентами. Как только сеанс зарядки завершится, захват отключается и дрон сможет продолжить работу.

МГТС (московская дочерняя фирма МТС) закупает БПЛА для запуска пилотного проекта по инспектированию состояния антенных опор и оборудования на них. Оператор связи МТС планирует следить за своими базовыми станциями мобильной связи с помощью беспилотника. Беспилотник должен работать на частотах 2,4 – 2,5 ГГц и поддерживать спутниковые системы позиционирования

GPS, «Глонасс», китайскую Weidou и европейскую «Галилео».

А «Вымпелком» передал поисковому отряду «Лизаалерт» три беспилотника для проведения спасательных операций по поиску пропавших людей.

*Ультразвуковой контроль* с использованием дронов поднимает безопасность НК на новый уровень. Стандартные методы проведения НК на высоте подразумевают использование лесов, подъемников или веревок для контроля поверхности конструкции; однако такие методы могут быть опасными, затратными по времени и дорогостоящими. Существует ли более безопасный способ? В условиях постоянного совершенствования технологий в области робототехники ответ на этот вопрос можно найти в новейших «летающих» решениях – ультразвуковых дронах. Дроны позволяют дефектоскопистам быстро и точно выполнять контроль при меньших операционных затратах и минимальных рисках безопасности.

Компания Skygauge Robotics, базирующаяся в Торонто (Канада), поставляет дроны специалистам НК, работающим в нефтегазовой отрасли, инфраструктуре, на шельфовых платформах, в сфере телекоммуникаций и т.д. Skygauge – это ультразвуковой толщиномер, установленный на дроне и предназначенный для проведения визуального осмотра и измерения толщины стенок. Рабочим больше не придется рисковать, работая на высоте с подъемников, специальных лесов и других приспособлений, – дрон Skygauge выполнит всю необходимую работу за них, взлетая к самым труднодоступным местам. В Skygauge установлен ультразвуковой толщиномер Olympus 38DL PLUS™. Он оснащен раздельно-совмещенным преобразователем и способен выполнять контактное измерение толщины металла без учета лакокрасочного покрытия. Датчик можно установить на дроне под разными углами наклона для контакта с поверхностями, расположенными выше или ниже целевой структуры. Система может распылять контактную жидкость. Преобразователи серии D790 используются для измерения экосигнала и могут применяться на поверхностях, нагретых до 500 °С, с нанесением высокотемпературной контактной жидкости. В дроне используется силоизмерительный зонд для расчета приложения точного усилия, необходимого для снятия показаний толщины и поддержания контакта с поверхностью в ходе сканирования. Конструкция дрона Skygauge обеспечивает точный полет, силовой контакт, сопротивление ветру и возможность контроля под наклоном. Дроны способны наклонять свои несущие винты, чтобы подлетать ближе к целевым структурам для выполнения контроля в более стабильном положении. По предварительным оценкам, в слу-

чае контроля на высоте и контроля труднодоступных мест на капиталоемких объектах, таких как морские суда, корабли и грузовые суда, нефте- и газоперерабатывающие заводы и ветряные турбины, беспилотное решение Skygauge сможет выполнять ультразвуковой контроль в 5 – 10 раз быстрее, чем сами рабочие на объекте.

Использование дронов в области НК открывает широкие возможности благодаря сочетанию высокой мобильности дронов и эффективности разных методов контроля. Операторы дронов могут регулярно проводить контроль на объектах нефтегазовой промышленности, своевременно выявляя дефекты и, соответственно, снижая количество отказов и незапланированных остановов.

Широкое распространение получают промышленные дроны серий S400 и DJI Mavic 3 Thermal. Дрон S400 компании GDU-Tech (Китай) – это профессиональный промышленный квадрокоптер с бинокулярным зрением и подвесными модулями под различные объекты и задачи. Квадрокоптер S400 используется в инженерных и геодезических изысканиях, при моделировании инфраструктурных объектов, помогает пожарным и спасателям, применяется при паспортизации автомобильных и железных дорог, планировании наземных геофизических, горных и буровых работ и т.д. Максимальное время полета 63 мин, высота взлета до 5000 м. Дрон может нести два подвеса одновременно и оснащаться искусственным интеллектом. Дальность передачи видеосигнала 15 км. Беспилотник может летать при сильном ветре до 15 м/с, у дрона ветроустойчивость 7-го уровня. Он оснащен датчиками обнаружения препятствий во всем направлении, которые обеспечивают качественную и стабильную работу даже в самых сложных ситуациях. Квадрокамера на борту дрона обладает внушительным запасом вычислительной мощности 21 TOPS, способна значительно повысить скорость и точность распознавания целей. Степень защиты IP54 позволяет работать в суровых климатических условиях – от –35 до +35 °С.

Другой радиоуправляемый квадрокоптер DJI Mavic 3T (Китай) снабжен тремя камерами на трехосевом стабилизаторе. Mavic 3T оснащен тепловизором с разрешением матрицы 640×512 пикс. Mavic 3T повышает эффективность ночных спецопераций и тепловизионных инспекций различных коммерческих объектов, незаменим для пожаротушения и поисково-спасательной деятельности. Яркость дисплея достигает 1000 кд/м<sup>2</sup>, максимальная дальность полета 15 км, поддерживается трансляция видео в разрешении Full HD при 30 кадров в секунду.

Компания «ПЕРГАМ» (по требованию заказчика) выпустила три варианта БПЛА с дистанцион-

ном лазерным детектором метана, покрывающих весь спектр задач по обнаружению утечек метана с воздуха. Все решения компании «ПЕРГАМ» имеют возможность как автоматического (по GPS-координатам), так и ручного управления полетом. Детектор метана LMC оснащен логгером и GPS-трекером, поставляется с российским гексакоптером Supercam X6M2, записывает на съемную флеш-память все полеты и координаты найденных утечек. Комплекс предназначен для обследования всевозможных технологических площадок (ГРС, ПХГ, СПГ и ГПЗ) и танкеров. БПЛА, оснащенный этим чувствительным к метану прибором, определяет повышенную концентрацию газа на разных расстояниях от источников утечки. Чувствительность прибора позволяет настроить измерения утечек на расстояниях 30, 50 и 100 м. Все портативные детекторы метана, поставляемые фирмой «ПЕРГАМ», также можно установить практически на любые беспилотные аппараты. Основные сферы применения беспилотников Mavic 3 серии: обеспечение общественной безопасности, охрана правопорядка, ликвидация и предотвращение чрезвычайных ситуаций, поисково-спасательные операции, мониторинг объектов и территорий строительной, энергетической, нефтегазодобывающей, горноперерабатывающей и прочих промышленных отраслей, топографические и геодезические миссии и др.

Применение дронов в деле неразрушающего контроля обещает не только интенсификацию таких работ, но и повышение точности и достоверности результатов.

### Выводы

БПЛА вертолетного типа могут быть использованы для решения охранных, наблюдательных и диагностических задач.

Они способны обеспечить доставку наблюдательного оборудования (а также системы передачи информации) в заданную точку и оставаться над этой точкой на определенной высоте, проводя наблюдения (рис. 9). При длительности автономного полета от 30 мин можно за один раз обследовать территорию примерно в 10 – 50 км<sup>2</sup>, что означает



Рис. 9. Снимок местности с БПЛА «Серафим»

возможность их применения практически на любом объекте.

Полезной нагрузкой являются наблюдательная техника (например, тепловизор и видеокамера) и система передачи информации (например, радиопередатчик). Масса такого комплекта составляет от 3 до 12 кг. По данному критерию наиболее подойдут БПЛА моделей SkyPatrol-5, «Ворон-700», ДПВ-12-Б (см. табл. 1), КОАХ X-240 и Vezdelyot air-250, см. табл. 2). Недостатком данных аппаратов является высокий уровень шума, что делает невозможным их применение для скрытого наблюдения.

В случае, когда полезной нагрузкой выступает малогабаритный наблюдательный прибор или тепловизионный модуль и требуется скрытое наблюдение, наилучшим вариантом будет использование легких БПЛА многороторного типа (например, ZALA 421-21 «Серафим», «Колибри», Draganflyer X8, MD4-1000, см. табл. 3). Данные аппараты отличаются бесшумностью (их не слышно уже на расстоянии порядка 20 м), однако они подвержены влиянию плохих погодных условий.

Данный обзор составлен на основе информации, размещенной на сайтах производителей и продавцов БПЛА, а также материалов международных выставок по системам дистанционного наблюдения, в том числе 5-го Международного форума и выставки «Беспилотные многоцелевые комплексы».