

УДК 528.7

**КЛАССИФИКАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ  
И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ АЭРОСЪЕМКИ****Д. В. ВОРОНОВА, Д. Д. АВЛАСЕВИЧ****(Представлено: М. В. ВОЛОШИНА)**

*В статье приводятся направления гражданского использования беспилотных летательных аппаратов, их классификация, достоинства и недостатки, современные аспекты и перспективы использования в топографо-геодезической картографической отраслях.*

Широкое применение аэрофотосъемки для геодезии и картографии началось во времена Первой мировой войны. Летчики фотографировали местность, и на основе снимков создавались карты.

Первопроходцем коммерческой аэрофотосъемки можно считать Шермана Фэйрчайльда. Он организовал первую компанию по производству самолетов для полетов в условиях высокогорья. Один из его самолетов оснастили двумя камерами. Каждый кадр с этих камер позволял делать снимок, охватывающий территорию в 600 кв. км [1].

Беспилотная аэросъемка тесно связана с аэросъемкой в целом, так как первые летательные аппараты, оснащенные камерами были беспилотными. Однако воздушный шар нельзя отнести к полноценному беспилотному летательному аппарату (БПЛА). Их история началась позднее. Первая попытка запустить тяжелый беспилотный аппарат была произведена в 1933 году. Три биплана, оснащенных системой радиоуправления были запущены из аэродрома Великобритании. Два из них потерпели крушения, а третьему удалось совершить удачный полет, что и стало началом эпохи БПЛА [1].

Беспилотная аэрофотосъемка не пользовалась большим успехом в картографии. Первые БПЛА не могли летать на длинные дистанции и подниматься на необходимую высоту, поэтому чаще использовалась традиционная авиация [1].

Аэросъемкой называют процесс получения изображений местности с летательных аппаратов. Если её ведут фотоаппаратами, то её называют аэрофотосъемкой, если с помощью специальных телевизионных или электронных сканирующих устройств, то – электронной аэросъемкой, если с помощью тепловизоров в инфракрасной части спектра, то – тепловой или инфракрасной съемкой, а если радиолокаторами, при которых получают изображение в отражённых от поверхностных слоёв электромагнитных радиоволн – радиолокационной съемкой [2].

На данный момент беспилотные летательные аппараты (БПЛА) применяются для решения различных задач, которые раньше решались с применением пилотируемых летательных аппаратов. Одни из первых БПЛА были достаточно дорогие в эксплуатации, но с интенсивным скачком в развитии технологий стоимость эксплуатации БПЛА в подавляющем количестве случаев стала меньше, а их малая по сравнению с пилотируемыми летательными аппаратами себестоимость и отсутствие пилота на борту позволяют им нести большую полезную нагрузку и отправляться на задания, которые имеют риск потери летательного аппарата. Изначально БПЛА пилотировались оператором с земли удалённо, но данная схема имеет свои недостатки, например, невозможность управления в связи с большим удалением, особенностями местности, недоступностью радиочастот, помехами и т.д. Прогресс не стоит на месте и на рынке стали появляться беспилотные системы, оснащенные автопилотом и бортовым компьютером, позволяющие решать сложные задачи в автономном режиме, которые не всегда может корректно выполнить оператор или присутствие оператора не нужно вовсе, например отслеживание пожаров, утечек, проникновений на объект и т.д., поскольку есть возможность связываться с другими электронными системами и в режиме реального времени взаимодействовать с аварийными командами [2].

Кроме того, пространственные характеристики по данным, полученным с БПЛА, применяются для мониторинга состояния природных и техногенных систем. Так, например, при сравнении такой информации по аэрофотоснимкам разных годов съемки прослеживается динамика изменения береговой линии крупных рек или влияние антропогенной деятельности на естественные ландшафты. Благодаря отображению на аэрофотоснимках характера почвы (различные оттенки), растительного покрова и т. д., аэрофотосъемка весьма эффективна при лесоустройстве хвойно-лиственных насаждений, учете древостоев, пораженных насекомыми-вредителями, создании почвенных карт культурных земель, обследовании посевов, создании карт севооборота [2].

Различают следующие типы БПЛА, отличающихся конструкцией и принципом работы, взлета/посадки и назначения:

- БПЛА самолетного типа,
- мультироторные БПЛА,
- БПЛА аэростатического типа,
- беспилотные конвертопланы и гибридные модели.

Существует большое разнообразие подтипов БПЛА самолетного типа, различающихся по форме крыла и фюзеляжа. Практически все схемы компоновки самолета и типы фюзеляжей, которые встречаются в пилотируемой авиации, применимы и в беспилотной [3].

Существуют следующие способы управления беспилотными летательными аппаратами:

- дистанционно-пилотируемый - управление полетом осуществляется в двух режимах: ручное управление (осуществляется за счет управления оператором беспилотного летательного аппарата в режиме реального времени), автоматизированное управление (осуществляется автономно, с возможностью его корректировки. Предварительно вводят координаты точек маршрута, определяя текущее положение летательного аппарата посредством навигации);
- автоматический способ - управление совершается автопилотом по заранее заданной траектории на заданной высоте с заданной скоростью и со стабилизацией углов ориентации [3].

Наиболее распространённым на сегодняшнее время является дистанционно - пилотируемый способ, позволяющий в режиме реального времени проводить исследования необходимой местности и объектов. Оператор с земли управляет беспилотным летательным аппаратом или вносит изменения в заданном маршруте. Однако с точки зрения помехозащищенности от электромагнитного воздействия он является наиболее уязвимым.

Ручное управление может быть одним из режимов для БПЛА, а может быть единственным способом управления. БПЛА, лишённые каких-либо средств автоматического управления полётом — радиоуправляемые авиамодели — не могут рассматриваться в качестве платформы для выполнения серьезных целевых задач.

Полностью автоматическое управление может быть оптимальным решением для задач аэрофотосъемки заданного участка, когда нужно снимать на большом удалении от места базирования вне контакта с наземной станцией. В то же время, поскольку за полет отвечает лицо, осуществляющее запуск, то возможность влиять на полет с наземной станции может помочь избежать внештатных ситуаций [3].

Существует два типа беспилотных летательных аппаратов в зависимости от классификации по типу конструкции: вращающегося и фиксированного крыла. Беспилотные летательные аппараты фиксированного крыла – это беспилотные самолеты, использующие прямой толчок по фиксированному крылу, чтобы получить подъемную силу. Они нуждаются в относительно высокой пусковой скорости, чтобы получить эту подъемную силу, поэтому не подходят для работы в ограниченной или опасной окружающей среде.

Беспилотные летательные аппараты вращающегося крыла также разделены еще на 2 типа: одновинтовой и многовинтовой (мультикоптер). Одновинтовые схемы используются для построения вертолетов. Они обычно используют приводной несущий винт, обеспечивающий подъемную силу, которая уравновешивается хвостовым рулевым винтом. Многовинтовые вертолеты имеют больше 2-х несущих винтов для управления всеми формами движения [3].

Беспилотные летательные аппараты принято делить по таким взаимосвязанным параметрам, как масса, время, дальность и высота полёта. Выделяют следующие классы аппаратов:

- «микро» (условное название) — массой до 10 килограммов, временем полёта около 1 часа и высотой до 1 километра;
- «мини» — массой до 50 килограммов, временем полёта несколько часов и высотой до 3–5 километров;
- средние («миди») — до 1 000 килограммов, временем 10—12 часов и высотой до 9—10 километров;
- тяжёлые — с высотами полёта до 20 километров и временем полёта 24 часа и более [4].

Разумеется, все четыре вида БПЛА в геодезии не применяются. Для аэрофотосъемки на местности идеально подходят малые и микромодели [5].

По типу полета беспилотные аппараты делят на аппараты аэродинамического типа и аппараты аэростатического типа. Аппараты аэростатического типа, в свою очередь, подразделяют по типу крыла на аппараты с жестким крылом (БПЛА самолетного типа); с гибким крылом; с вращающимся крылом (БПЛА вертолетного типа); с машущим крылом.

БПЛА самолетного типа (с жестким крылом). Способ полета, заключается в том, что подъемная сила формируется аэродинамическим методом в результате воздействия потока воздуха, набегающего на неподвижное крыло. Данный тип аппаратов отличается максимальной высотой дальностью полета, в сравнении с другими типами.

Беспилотные летательные аппараты обладают рядом преимуществ:

Во-первых, для выполнения одних и тех же задач, легкие беспилотные аппараты обходятся на много дешевле пилотируемых самолетов, которые нужно оснащать системами жизнеобеспечения, защиты, кондиционирования и т. д. Нужно готовить пилотов, а это стоит больших денег. В итоге получается, что отсутствие экипажа на борту существенно снижает затраты на выполнение того или иного задания, а также повышается полезная нагрузка ЛА.

Во-вторых, легкие (по сравнению с пилотируемыми самолетами) беспилотные летательные аппараты потребляют меньше топлива.

В-третьих, в отличие от пилотируемых самолетов, машинам без пилота не нужны аэродромы с бетонным покрытием. Большинство аэродромов нуждаются в реконструкции, а темпы ремонта сегодня не успевают следить за пригодностью взлетно-посадочных полос.

Недостатки применения БПЛА [4]:

1. Зависимость от погодных условий

Очевидным недостатком дронов является их зависимость от метеорологических условий. В ветреную погоду управление аппаратом весьма затруднено, вследствие чего качество собранных данных или сделанных изображений будет низким и непременно потребует последующей обработки и анализа.

2. Зависимость от скорости Интернета

Нужно всегда учитывать тот факт, что на базовом уровне большинство дронов использует для позиционирования и других функций интерактивные сервисы, например, Google Maps. Таким образом, использование дронов в Западной Европе или Северной Америке с высокой интенсивностью покрытия позволит осуществлять эффективную работу, а вот если использовать беспилотник для решения подобных задач в российской глубинке, результат будет оставлять желать лучшего.

3. Птицы

Специалисты из дальнего зарубежья считают птиц основной помехой эффективного применения дронов.

4. Опасность травм и солнечных ожогов

Не следует забывать, что оператору, управляющему дроном, приходится часами находиться на солнце с поднятой в небо головой. Такая статичная позиция может привести к нежелательным последствиям во время сбора данных, которые требуют определенных затрат времени.

5. Дорогое программное обеспечение и аппаратная часть

Как уже отмечалось, дроны являются более экономически выгодным решением для мониторинга полей в сравнении со спутниковыми снимками, однако не следует забывать о дорогостоящем программном обеспечении и датчиках для решения дополнительных задач. Не дайте поймать себя на удочку производителям, которые продают недорогой беспилотник, а потом предложат расширить функционал за счет периодически обновляемого программного обеспечения, которое вдобавок требует лицензии. Аналогично можно сказать о стоимости датчиков для решения специальных задач и приспособлений для внесения пестицидов.

6. Длительность сбора необходимой информации

Зарубежные специалисты сходятся во мнении, что перспективы развития применения беспилотников в сельскохозяйственном производстве сильно сдерживаются длительностью сбора информации. Столь большие интервалы времени могут срывать рекомендуемые агротехнические сроки выполнения основных технологических операций в растениеводстве [5].

Работа геодезиста подразумевает выполнение множества задач таких как: измерение расстояний на местности, выполнение пространственных расчетов, синтез топографических карт.

Применение БПЛА для геодезической съёмки помогает за более короткие сроки получить топографическую карту местности любого масштаба от 1:500 до 1:2000 и более мелкого. Использование дронов для геодезической съёмки. На основании полученных с беспилотника снимков создаются детальные 3D модели местности, матрицы высот и ортофотопланы.

Большинство полевых геодезических изысканий сегодня выполняется силами бригад инженеров-геодезистов. На небольших территориях они обеспечивают высокую точность измерений и низкую себестоимость карт и планов. На обширных территориях со сложным рельефом работа «ногами» становится нерентабельной в силу значительных трудовых, временных и финансовых затрат [6].

Если же для геодезической съёмки местности использовать такое современное средство как беспилотный летательный аппарат (квадрокоптер), то работу можно выполнить гораздо быстрее, дешевле и удобнее. Данное утверждение так же справедливо относительно применения беспилотников для десятков других, самых разных задач, требующих для своего решения высококачественной визуальной информации именно с воздуха. [2, 4].

Благодаря относительной ценовой доступности и быстрой окупаемости сегодня, практически повсеместно, используются беспилотники для геодезической съёмки обширных и труднодоступных участков земной поверхности с целью создания карт и планов различного назначения.

Использование БПЛА является довольно актуальным направлением развития для проведения мониторинга промышленных объектов, аэрофотосъемки, мониторинга чрезвычайных ситуаций. Все данные получаются автономно даже из труднодоступных мест без угрозы жизни человеку, при этом стоимость использования БПЛА гораздо ниже, чем при использовании пилотируемых аппаратов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. История аэрофотосъемки» [электронный ресурс] — режим доступа: <https://www.flycam24.ru/obshhaya-informatsiya-ob-aerosemke/istoriya-aerofotosemki/>
2. АО «Балтийское аэрогеодезическое предприятие» [электронный ресурс] — режим доступа: <http://baltagr.ru/aerophoto/>
3. Классификация БПЛА по летным характеристикам [электронный ресурс] — режим доступа: <http://docs.geoscan.aero>
4. Преимущества и недостатки применения дронов в сельскохозяйственном производстве [электронный ресурс] — режим доступа: <https://glavpahar.ru/articles/preimushchestva-i-nedostatki-primeneniya-dronov-v-selskohozyaystvennom-proizvodstve>
5. Беспилотный летательный аппарат БПЛА (дрон) [электронный ресурс] — режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php>
6. Применение БПЛА (квадрокоптеров) в геодезии [электронный ресурс] — режим доступа: : <http://gis2000.ru>