

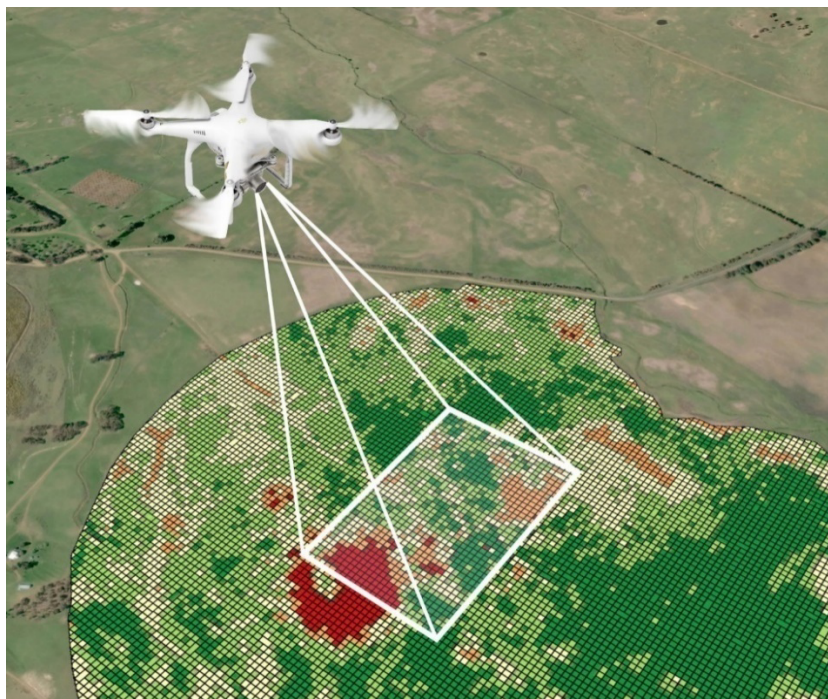
УДК 528.71: 631.17

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ  
В ТЕХНОЛОГИЯХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ****М.А. ГЕРАСИМОВА***(Представлено: П.Ф. Парадня)*

*В статье рассмотрены виды работ, которые выполняют беспилотные летательные аппараты для задач точного земледелия, приведены основные характеристики БПЛА в зависимости от требуемых функций. Основное внимание уделено требованиям при работе с БПЛА и порядок выполнения аэрофотосъемки с помощью DJI Phantom4.*

В точном земледелии геодезисты участвуют в основном в двух видах работ: определении границ полей и анализе плодородия поля. Определение границ полей выполняется для создания карт маршрутов агротехники, отслеживания полевых работ, планирования урожайности, ведения полевых записей. Анализ плодородия полей выполняется для повышения урожайности, определения конкретных проблем, влияющих на плодородие и пути их устранения.

В настоящее время использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в геодезии постепенно становится повседневной практикой. С их помощью всего за несколько минут можно получить снимки объектов и в дальнейшем использовать их. В точном земледелии для съемок полей используют два вида БПЛА. Первым является аппарат самолетного типа (летающее крыло), который больше подходит для съемки вытянутых полей, так как конструкция не позволяет зависать над одним объектом. Вторым видом являются коптеры и дроны, которые отлично справляются и с точечной съемкой (рисунок 1). К их недостаткам можно отнести небольшой радиус полета. Современные беспилотники способны выполнять в земледелии различные функции: видеосъемку, аэрофотосъемку, лазерное сканирование и даже опрыскивание посевов.



**Рисунок 1. – Съемка местности с использованием квадрокоптера**

Наиболее популярными моделями беспилотников для геодезических работ являются Yuneec H520 RTK и DJI Phantom 4 RTK, где RTK – это система спутниковой навигации, используемая для повышения точности данных о местоположении БПЛА.

Промышленный дрон Yuneec H520 RTK не имеет бесполётных зон, точно определяет местоположение с использованием GPS, Glonass, Galileo, BeiDou. Этот БПЛА позволяет продолжить безопасный полёт даже в случае отказа одного из моторов. Отснятые данные для дальнейшей обработки сохраняются на SD-карту. В Phantom 4 RTK встроен новый модуль RTK, который обеспечивает получение данных

позиционирования в режиме реального времени с точностью до сантиметра и с минимальной абсолютной погрешностью метаданных изображения. Под приемником RTK расположен модуль спутниковых систем позиционирования, обеспечивающий стабильность полета в местности со слабым сигналом, например, в крупных городах. Совмещение этих двух модулей в Phantom 4 RTK способствует оптимизации безопасности полета и получению точных данных для геодезии и картографии [1].

До начала выполнения работ составляется задание на аэрофотосъемку. Данные о примерных границах полей предоставляется заказчиком, зачастую в виде агрохимического обследования, возможно использование и других различных картматериалов о полях. Далее на основе примерных границ выбирается метод съемки. Рассмотрим выполнение при помощи квадрокоптера DJI Phantom 4 RTK аэрофотосъемки полей, которая состоит из основных четырех этапов: подготовка оборудования к полету, планирование маршрута, полет, обработка полученных данных.

Перед планированием полета необходимо проверить регистрацию БПЛА, отсутствие запретов на полеты в области проводимых работ, оборудование на предмет исправности, прогноз погоды. За день до работы с БПЛА требуется определить время работы и убедиться, что во время работы соблюдается ряд требований [2]:

– Хорошие погодные условия. В случае даже минимальных осадков полеты для аэрофотосъемки на БПЛА невозможны из-за того, что работающие винты квадрокоптера формируют плотную взвесь капель в области камеры, из-за которой становится невозможным получение качественного фотоматериала. Предельная скорость ветра при полетах – не более 10 м/с или 36 км/ч.

– Достаточное освещение. Для этого необходимо определить время восхода и захода солнца. В случае яркого освещения для повышения контрастности фотоснимков возможно использование поляризационных фильтров, которые делают фотографии более контрастными и уменьшают блики, ультрафиолетовых фильтров, которые защитят камеру от механических повреждений, а фотографии – от воздействия ультрафиолета.

– Количество видимых спутников. Минимальное количество видимых спутников для выполнения аэрофотосъемки – 9.

Далее идет планирование маршрута. Для того, чтобы произвести качественную съемку, необходимо заранее спланировать маршрут над всей снимаемой территорией. Часто рекомендуют использовать программы планирования маршрутов полета, благодаря которым он строится автоматически. Использование ручного режима полета предпочитают опытные пилоты, так как он помогает быстрее выполнить задание.

Для планирования полетов и выполнения съемки можно использовать приложение «GS RTK». Оно полезно при съемке с целью картографирования и инспекций. В случае возникновения неблагоприятных условий, например, сильного ветра или дождя, пилот получит предупреждение в приложении. Приложение «GS RTK» позволяет осуществлять управление Phantom 4 RTK в двух режимах: «Фотограмметрия» и «Полет по точкам». В них легко можно составить маршрут и регулировать степень наложения кадров, параметры камеры, скорость в процессе съемки. Настройка параметров камеры БПЛА – очень ответственная задача, когда необходимо учитывать много факторов, влияющих на качество снимков.

Следующий этап – полет, состоящий из взлета, самого полета и посадки БПЛА. Взлет рекомендуется проводить с подготовленной площадки. Это может быть асфальт или кейс от квадрокоптера, используемый для его транспортировки, но категорически не рекомендуется взлетать с машины, так как произойдет сбой магнитометра БПЛА. Далее пилоту необходимо проконтролировать выход БПЛА на заданный курс.

После окончания аэрофотосъемки начинается этап обработки снимков. Для этого требуется загрузить исходные фотоснимки и указать систему координат. У квадрокоптера DJI Phantom 4 снимки сохраняют в отдельные папки каждого взлета, а не миссии, поэтому сначала надо распределить папки съемки по миссиям для более удобной обработки. При использовании снимков, полученных с помощью аналоговых камер, необходимо вручную задать начальные значения параметров калибровки камеры и указать координатные метки для каждого снимка.

Таким образом, БПЛА получили широкое распространение в точном земледелии. Основное преимущество их использования – экономия времени. В среднем сбор данных с помощью БПЛА проходит в 15 раз быстрее традиционных наземных методов. Кроме того, появляется возможность выполнения съемки в любых труднодоступных районах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. PHANTOM 4 RTK [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://quadro.ua/ru/dji-phantom-4-rtk/>– Дата доступа: 10.09.2022.
2. Инструкция по аэрофотосъемочным работам (АФС) с помощью БПЛА DJI PHANTOM 4 GEOBOX RTK/PPK [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geobox.ru/articles/instruktsiya-po-aerofotosemochnym-rabotam-afs-s-pomoshchyu-bpla-dji-phantom-4-geobox-rtk-ppk/>– Дата доступа: 11.09.2022.