

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРА ДЛЯ ТОПОГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ПРИВЯЗКИ ПОЗИЦИИ ВОЙСК

А. О. Богданов¹⁾, О. В. Руденков²⁾

¹⁾ *Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск; artem10042000@gmail.com*

²⁾ *Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск; o-rudenkov@mail.ru*

В данной статье авторами рассмотрены преимущества геодезических квадрокоптеров в сравнении с беспилотными летательными аппаратами самолётного типа, а также произведён сравнительный анализ новейших моделей геодезических квадрокоптеров и описаны основные способы их применения в целях навигационно-топографической службы Вооруженных Сил Республики Беларусь. Данная тема крайне актуальна: в последних вооруженных конфликтах применение дронов вышло на новый уровень. Оперативность, дешевизна, а также качество передаваемой информации в совокупности с большим количеством задач, решение которых можно отдать дронам, делает данную тематику востребованной в настоящем.

Ключевые слова: геодезия; вооруженные силы; топография; аэрофотосъёмка; квадрокоптер; топогеодезическая привязка.

Возможности современных геодезических квадрокоптеров сложно переоценить: их дешевизна, простота в использовании, малогабаритность, практическая бесшумность и высокие маскировочные свойства позволяют выполнить огромный спектр задач, выполнение которых ранее было либо невозможным, либо нецелесообразным из-за сложности реализации. Использование беспилотных летательных аппаратов вертолётного типа в сравнении с аппаратами самолётного типа имеет ряд крайне важных преимуществ, таких как:

- малогабаритность, из-за чего упрощается транспортировка аппарата, увеличиваются маскировочные свойства, а также открывается возможность диверсии в глубине расположения противника из-за возможности незаметно переносить квадрокоптер;

- отсутствие необходимости запуска беспилотного летательного аппарата с катапульты значительно увеличивает возможности применения в сложных условиях местности, а также позволяет производить запуск дрона даже в таких закрытых местностях, как лес;

- работа на электромоторе создаёт значительно меньше шумов в сравнении с бензиновыми моторами, что благоприятно влияет на воз-

возможности использования дрона в тактической зоне в ситуации непосредственного соприкосновения с противником;

- программное обеспечение дронов значительно увеличивает возможности применения, а также увеличивают оперативность и расширяет ряд выполняемых задач;

- возможность зависания над требуемой точкой и меньшая скорость полёта дрона увеличивает качество получаемых аэрофотоснимков, а запись метаданных снимков позволяют увеличить точность конечной фотограмметрической модели местности;

- использование различного навесного оборудования позволяет настроить дрон на выполнение значительно более узких задач, например, обнаружение противника замаскированного противника в ночное время при использовании тепловизионной камеры.

- возможность установки высокоточного спутникового оборудования на дроны значительно увеличивает точность позиционирования.

Следует выделить невероятную точность, достигаемую благодаря использованию метода съёмки кинематики в реальном времени. Возможность установить на пункты планово-высотного обоснования или государственной геодезической сети геодезическую спутниковую аппаратуру, являющейся базовой станцией, а также наличие на квадрокоптере модуля кинематики в реальном времени позволяют достигать невероятной точности позиционирования дрона по горизонтали – 1 см., по вертикали – 1,5 см., планового положения конечной фотограмметрической модели – 5 см. Сами же снимки также являются геопривязанными благодаря наличию модуля RTK на самом дроне, который также получает информацию от глобальных навигационных систем. Записи метаданных снимка, таких как размер крена и тангажа, увеличивают точность ортофотоплана на этапе постобработки снимков. При радиоэлектронной борьбе возможного противника также есть возможность нахождения относительных координат от базовой станции, что облегчает привязку позиции войск и огня артиллерии.

Планирование полётных точек, а также записи уже выполненных миссий значительно увеличивают оперативность выполнения задач. Функции по отслеживанию целей, таких как люди, морские суда, автомобили и бронемашин также облегчают выполнение задач по разведке. Также имеется возможность получать достаточно точные координаты непосредственно в полёте на дисплее благодаря интеллектуальным функциям квадрокоптеров. Безопасность полётов также увеличена за счёт датчиков, установленным по кругу от дронов, что увеличивает возможности применения дронов в закрытых пространствах, или сложных условиях местности. Использование сложного шифрования и нескольких

каналов передачи данных усложняют процесс перехвата информации и самого дрона вероятным противником. Также оператору открывается возможность настройки камеры в процессе полёта, что увеличивает качество получаемых изображений. Использование высокоточных телевизионных камер с механическим затвором и матрицей с комплементарным метало-оксидным полупроводником позволяют получать сверхвысокоточное разрешение 2,74 см/пиксел при высоте полёта 100 м., что позволяет получать конечный документ с точностью съёмки координат 10 см.

Количество различных геодезических дронов на рынке достаточно велико, сравнительная характеристика самых популярных из них представлена в Таблице 1 составленной по информации из магазина квадрокоптеров и комплектующих для них.

Анализируя результаты составления рейтинговой таблицы, можем прийти к выводу, что покупка для Вооруженных Сил Республики Беларусь квадрокоптера Mavic 3 будет предпочтительной из-за демократичной цены, удачной конструкции, встроенной камеры и габаритов коптера. Хотя и платформа Matrice 300 является самой продвинутой в линейке промышленных дронов, но её высокая цена в совокупности с отсутствием в комплекте навесного оборудования, которое требуется закупать отдельно, делает приобретение в навигационно-топографической службе Вооруженных Сил Республики Беларусь нецелесообразным.

Способы применения квадрокоптеров в тактической зоне не отличаются от способов применения беспилотных летательных аппаратов самолётного типа. По данным исследованной литературы составлена Таблица 2.

Анализируя сводную таблицу по способам применения дронов можно заметить, что у каждого способа есть свои достоинства и недостатки, которые следует учитывать в конкретных условиях тактической обстановки для обеспечения самыми качественными и оперативными данными по мере возможности и оперативности. Так поиск цели в заданной исполнительной области применяется для поиска групповых и одиночных целей. Барражирование применяется для слежения за действиями резервов противника. Облёт заданного рубежа используется в условиях активного противодействия противовоздушной обороне до активной фазы боевых действий. Облёт заданной точки используется для целевой разведки конкретных объектов противника. Поиск в заданном угловом секторе используется при первичном обнаружении позиции противника. Поиск цели на заданном маршруте полёта используется для до-разведки позиций противника.

Таблица 1

Сравнительная характеристика геодезических дронов [1]

Характеристика	DJI			Autel
	Phantom 4	Mavic 3	Matrice 300	EVO II V3
Цена (бел.руб.)	20 900	12 990	44 929	9 600
Конструкция				
Максимальная скорость, м/с	20	21	23	20
Максимальная скорость набора высоты, м/с	6	8	6	8
Максимальная скорость снижения, м/с	5	6	5	5
Максимальная нагрузка, кг	-	-	2,7	-
Диапазон рабочих температур, °С	От -20 до +40	От -10 до +40	От -20 до +50	От -10 до +40
Камера				
Угол обзора камеры, °	84	84	Навесное оборудование покупается отдельно	82
Число пикселей матрицы, Мп	20	20		20
Разрешение фото	4864×3648 (4:3), 5472×3648 (3:2)	4000×3000 (4:3), 5280 × 3956 (3:2)		5472*3648 (3:2) 5472*3076 (16:9)
Разрешение видео	4К: 3840×2160 (30р)	4К: 3840 × 2160 5К: 5120 × 700		6k/30FPS
Встроенная память, ГБ	-	8		8
Аккумулятор и время работы				
Максимальное время работы, мин	30	46	55	40
Ёмкость аккумулятора, мАч	5870	5000	5935	7100
Габариты				
Длина (сложенная), мм	-	348 (221)	810 (430)	457 (230)
Ширина (сложенная), мм	-	283 (96)	670 (420)	558 (130)
Высота (сложенная), мм	-	108 (90)	430 (430)	108 (108)
Размер по диагонали, мм	350	380	895	397
Вес, кг	1,4	0,9	3,6	1,2
Рейтинг сравнения				
Конструкция	x0	x2	x3	x1
Камера	x3	x3	x0	x3
Аккумулятор и время работы	x0	x0	x1	x1
Габариты	x1	x4	x0	x0
Итого	x4	x9	x4	x5
Цена	20 900	12 990	44 929	9 600

Таблица 2

Сравнительная характеристика способов применения квадрокоптера в тактической зоне.[2,с.1-7], [3,с.1-5], [4,с.16-21]

Способ применения дрона	Достоинства	Недостатки	Эффективность
1	2	3	4
Поиск цели в заданной исполнительной зоне	+оперативность. +простота планирования. +качественная видеоинформация из-за протяженных прямолинейных участков полёта. +простота обработки результатов разведки и отождествления её с информацией от других источников	-прогнозируемость маршрута противником при отсутствии непрерывного сопровождения -снижение живучести дрона -увеличивается время разведки -повышается вероятность пропуска цели.	До 60%
Барражирование в исполнительной зоне	+позволяет реализовать в режиме времени близкому к реальному передачу данных о целях противника наиболее критичных по времени их поражения, способных нанести ущерб подразделениям и частям первой линии (эшелона). +снижается время разведки (растёт темп обновления развединформации).	-повышенная вероятность обнаружения и потери дрона.	До 70%
Облёт заданной точки в боевых порядках противника	+наиболее скрытен +позволяет увеличить глубину разведки	-предоставляет малый объём развединформации за вылет	До 30%
Облёт заданного рубежа	+высокая скрытность ведения РТР +использование пассивных средств оперативной радиоэлектронной разведки и радиотехнической разведки позволяет снизить риск потери дрона при его полёте в оперативной и стратегических глубинах территории противника.	-эпизодичность добытия разведывательной информации.	До 50%

Продолжение таблицы 2

Поиск цели в заданном угловом секторе	+максимальная скорость добывания данных о положении и действиях сторон в широкой полосе разведки +высокий темп обновления информации +решается задача обнаружения подвижных и ограниченно подвижных объектов на территории противника на удалениях, превышающих дальность воздействия, когда предполагаемое места нахождения объекта неизвестно.	-сложность организации применения контроля одновременно за несколькими дронами	До 70-80%
Поиск цели на заданном маршруте полёта	+максимальная скорость добывания данных о положении и действиях сторон в широкой полосе разведки +высокий темп обновления информации +решается задача обнаружения подвижных и ограниченно подвижных объектов на территории противника на удалениях, превышающих дальность воздействия.	-повышается вероятность обнаружения и потери дрона	До 60%
Траектория в виде «восьмёрки»	+минимальное время ведения разведки +увеличенная глубина разведки +высокая скрытность ведения разведки +возможность ведения непрерывной разведки	-из-за минимального времени понижается точность результатов	До 85%
Траектория в виде спирали	+наилучшая точность +высокая оперативность +высокая скрытность	-предсказуемость движения дрона	До 90%
Выход в район по траектории, близкой к восьмерке и продолжение по спирали	+высокая оперативность +высокая скрытность +увеличенная глубина разведки +максимальная точность +минимальное время ведения разведки +возможность ведения непрерывной разведки	Отсутствуют	До 95%

Траектория в виде «восьмёрки» позволяет за максимально короткое время произвести первичную разведку. Траектория по спирали позволяет произвести доразведку с максимальной точностью. Именно выбор нужного способа в конкретный момент ведения боевых действий и показы-

вает качество знаний и способностей оператора дронов. Подготовка специалистов для навигационно-топографической службы Вооруженных Сил Республики Беларусь увеличит качество получаемой информации, использование дронов многократно повысит оперативность получения информации и точность привязки позиций войск.

Таким образом использование геодезических квадрокоптеров облегчает выполнение ряда задач, стоящих перед навигационно-топографической службой Вооруженных Сил Республики Беларусь. Новейшие разработки большого ряда коммерческих компаний по производству квадрокоптеров, предлагает решения, значительно увеличивающих оперативность и повышающих качество специальных геодезических и навигационных работ. Также они открывают возможности, которые ранее не были доступны, что расширяет задачи, которые могут быть поставлены навигационно-топографической службе Вооруженных Сил Республики Беларусь.

Использование квадрокоптеров в ходе боевых действий в тактической зоне имеет ряд особенностей, учитывая которые можно увеличить эффективность применения дронов. Разведка наиболее важных позиций противника – основная задача, стоящая перед операторами дрона. Придерживаясь наиболее эффективных способов построения маршрута дрона, увеличивается эффективность разведки, следовательно, и вероятность огневого поражения наиболее важных позиций противника.

За беспилотными летательными аппаратами стоит будущее Вооруженных Сил суверенного государства – Республики Беларусь.

Библиографические ссылки

1. Интернет-магазин продукции DJI // Электронный ресурс // Режим доступа: https://www.geobox.ru/catalog/kvadrokopter_autel_evo_ii_rtk_v3/. – Дата доступа: 19.05.2023.

2. *Богословский А.В.* Способы применения беспилотных летательных аппаратов радиотехнической разведки в ходе ведения боевых действий в тактической зоне // Военная мысль. 2018. – С. 7.

3. *Михайлов В. В., Самсонов А. В.* Критерии эффективности беспилотных летательных аппаратов в решении задач мониторинга окружающей среды // ВУНЦ ВВС «ВВА» - Воронеж. 2019. – С. 5.

4. Предназначение, состав и основы боевого применения беспилотных летательных аппаратов // Учебное пособие // Тактика подразделений войсковой ПВО. ВК МИЭТ. – Режим доступа: <https://ppt-online.org/541965>. – Дата доступа: 19.05.2023.

5. *Захлебин А.С.* Построение ортофотоплана местности с использованием БПЛА вертолетного типа DJI PHANTOM 4 // XIV науч.-практ. конф. «Электронные средства и системы управления». – Томск: ТУСУР, 2018. – С. 6.