

*Неджари Несрин
студент
Казанский национальный исследовательский технологический
университет.
Россия, г. Казань
e-mail: nessrine.souhila2013@gmail.com*

РАЗРАБОТКА КВАДРОКОПТЕРОВ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

***Аннотация:** В статье анализируются особенности разработки квадрокоптеров со специальными свойствами для проведения разведывательных операций. Рассматриваются возможности и преимущества использования беспилотных средств воздушной разведки. Приводится техническое оснащение квадрокоптеров, предназначенных для проведения разведывательных операций. Отмечается, что основная проблема проектирования систем управления квадрокоптерами связана с технологическими барьерами при их взаимодействии с операторами.*

Ключевые слова: квадрокоптеры, разведывательные операции, пульт дистанционного управления, интерфейс управления, безопасность.

*Nedjari Nesrin
student
Kazan National Research Technological University.
Russia, Kazan*

DEVELOPMENT OF QUADROCOPTERS WITH SPECIAL PROPERTIES FOR CONDUCTING RECONNAISSANCE OPERATIONS

***Abstract:** The article analyzes the features of the development of quadrocopters with special properties for conducting reconnaissance operations. The possibilities and advantages of using unmanned aerial reconnaissance vehicles are being considered. The technical equipment of the quadrocopters intended for conducting reconnaissance operations is given. It is noted that the main problem of designing control systems for quadrocopters is related to technological barriers in their interaction with operators.*

Key words: quadrocopters, reconnaissance operations, remote control, control interface, security.

Процесс принятия военных решений требует анализа больших объёмов информации из разных источников [1]. От используемых данных о местности, погоде, положении противника и прочих параметрах зависят особенности планирования, разработки и оценки военных миссий, поэтому разведка должна быть непрерывной и максимально точной. Особенно эффективным средством сбора информации является воздушная разведка, проводимая с помощью беспилотных летательных аппаратов. Наиболее предпочтительным типом беспилотных летательных аппаратов для разведывательных операций является квадрокоптер – дрон с четырьмя двигателями и винтами [2]. При этом актуальной задачей является контроль полёта квадрокоптера с помощью бортовых камер для обеспечения максимального охвата и актуальности информации об изучаемой территории.

Целью работы является изучение особенностей разработки квадрокоптеров со специальными свойствами для проведения разведывательных операций. Для её достижения был проведён анализ и синтез материалов по механике, проектированию и управлению квадрокоптерами, применён системно-структурный подход к рассмотрению ключевых аспектов проблемы исследования.

Квадрокоптеры являются необходимым инструментом ведения современных боевых действий [3]. Можно выделить следующие преимущества использования беспилотных средств воздушной разведки:

- возможность использовать разную целевую нагрузку для работы в условиях различной видимости и с разным диапазоном выдаваемой информации;
- большая глубина проведения разведывательных операций;
- способность обнаруживать объекты противника до начала его активной деятельности;
- возможность определять реальные размеры и уязвимые места цели, координаты отдельных целей в составе групповой;

- возможность оценивать результаты стрельбы в режиме реального времени.

Квадрокоптеры могут использоваться как для разведки – предварительного обследования территории противника с целью получения информации, так и для наблюдения – непрерывного наблюдения за территорией, человеком, группой или текущей деятельностью с целью сбора информации [4]. Дрон может быть как самопilotируемым, действующим по определённому алгоритму, так и управляемым человеком-оператором, находящимся на земле. При помощи пульта дистанционного управления оператор может либо полностью управлять полётом, получая информацию о движении дрона при помощи бортовых камер, либо контролировать автономное выполнение запрограммированных задач, при необходимости внося корректировки [5]. Оператор может контролировать движение как одного, так и группы квадрокоптеров в зависимости от поставленной задачи.

Дроны, предназначенные для выполнения разведывательных операций, могут быть оснащены широким набором датчиков электромагнитного спектра, гамма-излучения, биологических и химических сенсоров, обеспечивающих дистанционное зондирование [6]. Электромагнитные датчики включают камеры визуального спектра, инфракрасные или ближние инфракрасные камеры и радиолокационные системы. Реже используются датчики микроволнового и ультрафиолетового спектра. Достижения в области микроэлектроники и бесконтактных оптических датчиков в сочетании с доступностью детального картографирования географических информационных систем способствовали развитию микродронов, которыми можно управлять автономно на очень малых высотах в густонаселённых городских районах и получать точные разведывательные данные.

Для проведения разведывательных операций используются дроны, содержащие один или несколько бортовых датчиков и устройство формирования изображения для измерения данных наблюдений, содержащее изображения и телеметрические данные местоположения [7]. Квадрокоптер способен

выполнять лётную операцию для наблюдения за местоположением в течение определённого периода времени, хранить и передавать данные наблюдения на сервер. Для координации дрона и получения данных наблюдения используется серверный блок, для запуска, посадки и хранения устройства – док-станция. Пульт дистанционного управления поддерживает связь с серверным узлом и дроном и позволяет обрабатывать данные наблюдений. Для приёма пользовательского ввода и отображения данных наблюдений используется пользовательский интерфейс.

Проектирование систем управления беспилотными летательными аппаратами является сложной задачей. Для определения параметров координат квадрокоптера используются следующие основные датчики [8]:

- барометр – измеряет давление, по показаниям которого можно судить о высоте полёта;
- ультразвуковой датчик – позволяет получать информацию о расстоянии до крупных целей даже в средах с сильными электрическими или акустическими источниками шума;
- магнитометр – предоставляет данные о полёте относительно магнитного поля земли;
- гироскоп – измеряет скорость изменения углов;
- акселерометр – измеряет линейное ускорение квадрокоптера в трёхосевой системе;
- видеочамера – записывает фиксируемое изображение;
- модуль навигации – позволяет отслеживать и измерять расстояние, скорость и время движения и определять точное местоположение аппарата;
- модуль контроллера полёта – позволяет дрону отслеживать своё текущее положение и скорость и получать сигналы от передатчика оператора.

Основная проблема проектирования систем управления квадрокоптерами связана с технологическими барьерами при взаимодействии дрона с наземным оператором [9]. Так, задержки в передаче данных влияют на ключевые

функциональные и нефункциональные требования. С одной стороны, важным вопросом эксплуатации квадрокоптеров является их надёжность: аппараты должны летать безопасно даже при потере сигналов связи, например из-за облаков или блокировки сигналов окружающими зданиями, чтобы не допустить причинения вреда людям и системе. С другой стороны, необходимо учитывать поведенческие ограничения: пилотирование дрона является нетривиальной задачей вследствие высокой скорости, которой может достигать устройство, необходимости избегать столкновений в трёх измерениях и действовать скрытно.

Пульт дистанционного управления квадрокоптерами, предназначенными для проведения разведывательных операций, должен обеспечивать безопасность и эффективность полётов нескольких дронов, особенно в низковысотном воздушном пространстве [10]. Для этого требуется маршрутизация аппаратов с сохранением бесполётных зон и раннее обнаружение физических объектов, обеспечивающее недопущение столкновения с ними.

При управлении квадрокоптерами связь происходит в двух направлениях: сенсорная информация передаётся от дрона наземному оператору, а оператор отправляет команды с действиями, которые должен выполнить дрон. Обмен обоими информационными сигналами осуществляется через общий интерфейс. Инфраструктура передачи (например, Wi-Fi для связи ближнего действия, LTE для связи среднего радиуса действия, радиочастотная связь через 900 МГц или другие частоты, спутниковая связь) имеет определённую пропускную способность и задержку передачи сигнала [11]. Существующая инфраструктура передачи данных исключает потенциальное применение контроля в реальном времени или даже полную передачу сенсорной информации. Удалённость между квадрокоптером и оператором обнажает информационную асимметрию между тем, что дрон воспринимает об окружающей его среде, и тем, что знает о ней оператор. В случаях, когда полный набор данных датчиков не может быть обменян между дроном и оператором, информация подвергается предварительной обработке, в результате чего оператор может получить только

часть всех точек данных, которые считаются значимыми. Следовательно, для надёжной работы разведывательного квадрокоптера требуется расширенная система предотвращения столкновений и высокая степень автоматического принятия решений, позволяющая снизить когнитивную нагрузку на оператора.

Таким образом, квадрокоптеры является эффективным инструментом проведения разведывательных операций. Для снижения информационной асимметрии, связанной с удалённостью оператора квадрокоптера от устройства, необходимо совершенствование пульта дистанционного управления, направленное на создание интерфейса, обеспечивающего тщательное согласование физического мира, видимого дроном, и его виртуального представления в интерфейсе управления оператора. Интерфейс должен снижать воспринимаемую когнитивную нагрузку во время операций и способствовать повышению производительности при выполнении совместных задач, что требует высокой степени автоматизации разведывательных квадрокоптеров.

Список литературы:

1. Stodola P., Drozd J., Šilinger K., Hodický J., Procházka D. Collective Perception Using UAVs: Autonomous Aerial Reconnaissance in a Complex Urban Environmen // Sensors. 2020. Vol. 20. No. 10. P. 2926.

2. Tuğrul K.M. Drone Technologies and Applications // Drones - Various Applications, 2023.

3. Бегун В.И., Калинин А.Л., Шабунин А.А. Перспективы развития малых беспилотных летательных аппаратов коптерного типа // Международная научно-техническая конференция «экстремальная робототехника». СПб.: ООО «Типография Фурсова», 2023. С. 264-266.

4. Nichols R.K., Ryan J.J.C.H., Mumm H.C., Carter C., Lonstein W.D., Hood J.P. Counter Unmanned Aircraft Systems Technologies and Operations. Traverse City: Independently published, 2020. 533 p.

5. Aabid A., Parveez B., Parveen N., Khan S.A., Raheman M.A., Zayan M., Omar S.A. Reviews on Design and Development of Unmanned Aerial Vehicle (Drone)

for Different Applications // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. 2022. Vol. 45. No. 2. Pp. 53-69.

6. Stamate M.A., Pupăză C., Nicolescu F.A., Moldoveanu C.E. Improvement of Hexacopter UAVs Attitude Parameters Employing Control and Decision Support Systems // Sensors (Basel). 2023. Vol. 23. No. 3: 1446.

7. Chen I., Boyer H., Hsu J.M.-J., Gaugel F.B. Al., Bauk D., Schöter A., Damm C., Wu J., inventor; Nightingale Intelligent Systems Inc, assignee. Automated drone systems. United States Patent US 2016/0266579 A1. 2016 Sep. 15.

8. Слепцов В.В. Разработка информационно-измерительной и управляющей системы квадрокоптера // Russian Technological Journal. 2021. № 9 (6). С. 26-36.

9. Barrado C., Boyero M., Brucculeri L., Ferrara G., Hately A., Hullah P., Martin-Marrero D., Pastor E., Rushton A.P., Volkert A. U-Space Concept of Operations: A Key Enabler for Opening Airspace to Emerging Low-Altitude Operations // Aerospace. 2020. Vol. 7. No. 3. P. 24.

10. Feuerriegel S., Gerald R., Gonçalves A., Liu Z., Prendinger H. Interface Design for Human-Machine Collaborations in Drone Management // IEEE Access. 2021. Vol. 9. Pp. 107462-107475.

11. Zeng Y., Zhang R., Lim T.J. Wireless communications with unmanned aerial vehicles: opportunities and challenges // IEEE Communications Magazine. 2016. Vol. 54. No. 5. Pp. 36-42.