



УДК 629.735.33

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-3-9-14

## АНАЛИЗ АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ДОСТАВКИ ОСОБО ВАЖНЫХ ГРУЗОВ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Ю. А. Силин**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В статье кратко рассмотрены возможности применения квадрокоптеров для быстрой доставки особо важных грузов и приведены примеры возможных аппаратных комплексов, которые смогут это обеспечить. Приведённые примеры были проанализированы и сравнены друг с другом, вследствие чего был заключён вывод об оптимальности выбора конструкции аппаратного комплекса для каждого типа груза.*

*Ключевые слова: квадрокоптеры, экспресс-доставка грузов, особо важные грузы, аппаратные комплексы для доставки, оптимизация доставки.*

### **Для цитирования:**

*Силин Ю. А. Анализ аппаратных комплексов для доставки особо важных грузов с помощью беспилотных авиационных систем // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №3(29), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 9–14. РИНЦ, DOI: 10.31799/2077-5687-2021-3-9-14.*

## ANALYSIS OF HARDWARE SYSTEMS FOR THE DELIVERY OF PARTICULARLY IMPORTANT CARGO USING UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS

**Y. A. Silin**

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*The article briefly discusses the possibilities of using quadcopters for fast delivery of especially important goods and provides examples of possible hardware systems that can provide this. The given examples were analyzed and compared with each other, as a result of which a conclusion was made about the optimality of choosing the design of the hardware complex for each type of cargo.*

*Key words: quadcopters, express cargo delivery, especially important cargo, hardware complexes for delivery, delivery optimization.*

### **For citation:**

*Silin Y. A. Analysis of hardware complexes for the delivery of especially important cargo using unmanned aircraft systems // System analysis and logistics. №3(29), ISSN2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p.9–14. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-3-9-14.*

### **Введение**

Электронный документооборот стал общепринятым способом передачи информации. Но особо важную корреспонденцию, имеющую юридическую ценность, принято учитывать и направлять партнерам в виде бумаг, оформленных и заверенных соответствующим образом. С этой целью создана срочная доставка посылок и документов, писем и компактных грузов, осуществляемая курьерскими службами.

Работа служб экспресс-доставки – это отдельное направление в огромном спектре транспортно-логистических услуг [1]. В отличие от стандартных транспортно-экспедиционных компаний, которые делают акцент на доставке крупногабаритных и сборных грузов, компании экспресс-доставки или курьерские службы обращают внимание, в первую очередь, на скорость грузоперевозки. Особое внимание в своей деятельности курьерская служба уделяет доставке следующих грузов:

- 1) официальных бумаг (корреспонденции, документов, почты),
- 2) отправок из интернет-магазинов.

Точные логистические расчеты, безусловное выполнение обязательств, контроль каждого отправления на всем пути следования – главные критерии оценки работы таких компаний. Следование схеме «от двери до двери» полностью исключает проблемы, связанные



со срывами сроков и потерь корреспонденции в пути [2].

Популярная сегодня экспресс-доставка по России оформляется онлайн и занимает всего несколько минут. Все дальнейшие действия поручаются курьеру. В течение расчетного времени документы или посылка будут доставлены и вручены адресату. Данный сервис широко используется не только в бизнесе, но и частными лицами [3].

Регулируется экспресс-доставка в России следующим нормативным документом - Приказ ФГУП Почта России от 07.03.2019 N 98-п об утверждении порядка приема и вручения внутренних регистрируемых почтовых отправлений [4].

### **Анализ самых популярных компаний, занимающихся экспресс-доставкой в России.**

Таблица 1 - Сравнение компаний

№	Название компании	Стоимость экспресс-доставки корреспонденции «от двери до двери»	Срок доставки	Количество пунктов выдачи
1	СДЭК	380 рублей	1 день	3689
2	КСЭ	776 рублей	2-12 часов	1500
3	DPD	779 рублей	1 день	2500
4	DHL	1315 рублей	1 день	209
5	Pony Express	500 рублей	2-6 часов	3 976

Названия компаний, представленных в таблице выставлены по рейтингу в России соответственно. Наиболее популярной является компания СДЭК, которая работает в сфере перевозки малогабаритных грузов с 2000 года. Имеет более 1 000 000 активных пользователей по всей планете, более 6000 курьеров, делает около 200 000 отправок в день и функционируют в 19 странах [5].

#### **Альтернатива наземной экспресс-доставке.**

Обычно такая доставка по городу занимает от 18-ти до 2-х часов [6]. Для некоторых важных грузов это может быть слишком большой срок. Для доставки таких грузов будет эффективнее использовать альтернативу наземной доставке – воздушную доставку. Такая доставка будет осуществляться при помощи беспилотных летательных аппаратов. Наиболее рациональным будет использовать квадрокоптер, так как он имеет ряд важных преимуществ перед беспилотниками самолётного типа, таких как возможность вертикального взлёта и посадки, что позволит доставлять посылку практически в любое открытое место; возможность полёта на низкой скорости, что даёт возможность сократить путь, маневрируя между зданиями. Также квадрокоптер имеет преимущества перед конвертопланом, который представляет из себя гибрид квадрокоптера и беспилотника самолётного типа, так как он дешевле и проще в эксплуатации и обслуживании [7].

#### **Возможный принцип работы беспилотной авиадоставки важных грузов при помощи квадрокоптера.**

Авиадоставка должна состоять из следующих пунктов:

- 1) Создание заказа при помощи специализированного онлайн сервиса.
- 2) Передача груза отправителем может осуществляться путём доставки в выбранный специализированный хаб (узел, где производится погрузка, разгрузка и обслуживание квадрокоптера), где автоматически или полуавтоматически груз будет установлен на квадрокоптер или путём самостоятельного помещения груза в грузовой модуль квадрокоптера на специализированной безопасной посадочной площадке. Данные операции так же могут производиться курьером [8].
- 3) Если расстояние от точки загрузки и точки выгрузки меньше 10 километров, то



квадрокоптер может осуществлять доставку напрямую. Если расстояние больше 10 километров, то автоматически составляется оптимальный маршрут между хабами, на которых квадрокоптер будет менять аккумулятор или заменяться на перекладной. Расстояние между такими хабами может быть от 5-ти до 15-ти километров.

4) Получение груза будет производиться путём выдачи в ближайшем хабе или путём самостоятельного получения из грузового отсека квадрокоптера в безопасном для посадки месте.

На предприятиях, у которых есть частая потребность в быстрой доставке важных грузов между корпусами зданий, расстояние между которыми не превышает 15 километров, могут быть установлены интегрированные хабы, использующиеся только данным предприятием. Это поможет ускорить доставку и упростить процедуру создания заявки, а также отправления и приёма груза.

### **Практическая реализация доставки важных грузов при помощи квадрокоптера**

Для доставки важных грузов необходим универсальный модуль, который будет отвечать следующим требованиям:

- 1) Возможность размещения всех типов документов и корреспонденции.
- 2) Возможность вмещения небольших типов грузов.
- 3) Надёжность, прочность и герметичность, для обеспечения сохранности транспортируемого важного груза.
- 4) Удобное крепление для возможности быстрой смены квадрокоптера для транспортировки на относительно дальние расстояния при использовании перекладных квадрокоптеров.

Полностью готовых решений таких модулей на данный момент не существует, поэтому в статье будут рассмотрены возможные варианты универсальных и узкоспециальных модулей для доставки важных грузов при помощи квадрокоптера.

1) Наиболее универсальным является подвес в форме тубуса. Стандартные тубусы для чертежей имеют диаметры от 40 мм до 120 мм. Оптимальным будет диаметр 120 мм, для того чтобы в случае необходимости можно было транспортировать небольшие посылки. Длина стандартных тубусов обычно не превышает 750 мм, что позволяет транспортировать листы до формата А1 включительно. В качестве базы для создания подвеса можно использовать имеющиеся в продаже тубусы (они отвечают требованиям герметичности и прочности, а также легко доступны), и модифицировать их для возможности крепления на квадрокоптер. В качестве основного материала изготовления чаще всего используется пластик, реже- лёгкие металлы [9].



Рис. 1. Концепт подвеса в виде тубуса

2) Более узкоспециальным является модуль в виде контейнера. Больше всего он подходит для небольших посылок и для корреспонденции, которую можно складывать для компактности. Размеры таких контейнеров зависят от размеров посылок, которые будут транспортироваться при помощи него. В качестве материала изготовления чаще всего используется пластик.



Рис. 2. Контейнер

3) Охлаждающие контейнеры. Являются узкоспециальными и используются для транспортировки медикаментов и скоропортящихся продуктов. Подразделяются на 3 основных типа:

- Термоизоляционные контейнеры. Работают по принципу аккумуляции температуры. Могут сохранять температуру не только холодного, но и горячего груза в течение определённого времени, путём защиты его от внешних воздействий. Корпус состоит пластика и термоизоляции.



Рис. 3. Термоизоляционный контейнер

- Контейнеры с сухим льдом. Корпус состоит из картона, а в качестве охлаждающего элемента используется сухой лёд. Имеет две особенности: из-за слишком низкой температуры сухого льда может произойти переохлаждение груза; при таянии сухого льда выделяется большое количество углекислого газа, что может привести к порче груза.



Рис. 4. Контейнер с сухим льдом



- Контейнеры с возможностью поддержания заданной температуры. Может поддерживать заданную температуру в диапазоне от  $-6^{\circ}\text{C}$  до  $23^{\circ}\text{C}$  в течение определённого времени. Корпус состоит из пластика и термоизоляции. В качестве охлаждающего элемента используется элемент Пельтье [10].



Рис.5. Охлаждающий контейнер с возможностью поддержания заданной температуры

**Сравнение возможных аппаратных комплексов для доставки важных грузов**  
 Таблица 2 - Сравнение аппаратных комплексов

Название	Тубус	Контейнер	Термоизоляционный контейнер	Контейнер с сухим льдом	Контейнер с возможностью поддержания заданной температуры
Характеристика					
Возможность транспортировки документов	да	Да	нет	нет	нет
Возможность транспортировки небольших посылок	да	Да	да	да	да
Возможность транспортирования спецгрузов (медикаментов)	нет	Нет	да	да	да
Удобство использования без квадрокоптера.	да	Нет	да	нет	да
Примечание	нет	Нет	Может аккумулировать как тепло, так и холод	Имеет низкую прочность и отсутствие герметичности	Требуется источник питания

### Заключение

В рамках данной статьи были найдены и проанализированы аппаратные комплексы, которые могут быть разработаны и использованы для быстрой транспортировки особо важных грузов при помощи квадрокоптера, что может стать хорошей альтернативой наземной экспресс-доставке. Все представленные варианты аппаратных комплексов являются в той или иной степени более подходящими для конкретных типов грузов. Так для транспортировки документов больше всего подходит тубус, для небольших посылок контейнер, а для медикаментов и скоропортящихся продуктов охлаждающие контейнеры.

Были проанализированы наиболее популярные компании, осуществляющие экспресс-





доставку в России. В будущем все из представленных компаний могут начать использовать беспилотную авиадоставку [10]. Был представлен возможный принцип действия такой доставки.

Из представленных вариантов аппаратных комплексов только контейнер с возможностью поддержания заданной температуры имеется в виде прототипа, выполняющего все функции, прошедшего апробацию в нескольких научных конкурсах и конференциях. Данный прототип требует доработки для представления конечного продукта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Что такое экспресс-доставка [Электронный ресурс] // Postdepo. – URL: <https://www.postdepo.ru/faq/srochnaya-dostavka-cto-eto-i-kak-rabotaet/> (дата обращения: 31.06.2021).
2. Экспресс-доставка [Электронный ресурс] // Expresslain - URL: <https://expresslain.ru/article/706> (дата обращения: 31.06.2021)
3. Как работает экспресс-доставка [Электронный ресурс] // Tnsph. - URL: [https://tnspb.ru/v-pomoshh-ehkspeditoru/stati-po-logistike-\\_stranica-13/\\_kak-rabotaet-ehkspress\\_dostavka.htmlplus](https://tnspb.ru/v-pomoshh-ehkspeditoru/stati-po-logistike-_stranica-13/_kak-rabotaet-ehkspress_dostavka.htmlplus) (дата обращения: 31.06.2021)
4. Приказ ФГУП "Почта России" [Электронный ресурс] // Legalacts. - URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-fgup-pochta-rossii-ot-07032019-n-98-p-ob/> (дата обращения: 31.06.2021)
5. СДЭК срочная доставка лёгких грузов [Электронный ресурс] // Cdek. - URL: <https://www.cdek.ru/ru/express-light> (дата обращения: 31.06.2021)
6. Доставка по Санкт-Петербургу и Ленинградской области [Электронный ресурс] // CSE. – URL: <https://www.cse.ru/spb/services/subcategory/dostavka-po-sankt-peterburgu-i-leningradskoj-oblasti/> (дата обращения: 31.06.2021).
7. Основы автономного управления беспилотными авиационными системами: учебное пособие / Н. Н. Майоров, А. С. Костин, Д. В. Еленин // Санкт-Петербург: ГУАП, 2020. - 75 с.
8. Костин А. С., Еленин Д. В. Методы доставки грузов при помощи беспилотных летательных аппаратов // Системный анализ и логистика. 2020. - №1(23). – с. 55-64.
9. Силин Ю. А. Разработка охлаждающего контейнера способного поддерживать заданную температуру при транспортировке // Системный анализ и логистика. 2020. - №2(28). – с. 97-103.
10. Костин А. С., Богатов Н. В. Рынок беспилотных летательных аппаратов в России и мире. Современные тренды и перспективы развития // Системный анализ и логистика. 2019. - №4(22). – с. 65-72.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Силин Юрий Андреевич**

бакалавр кафедры системного анализа и логистики

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: foto2001u@mail.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Silin Yuri Andreevich**

Bachelor of the Department of System Analysis and Logistics

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: foto2001u@mail.ru