

# **Перспективы использования многороторных беспилотных летательных аппаратов в транспортных операциях**

## **Perspective of use multi rotor unmanned aerial vehicles in transport operations**

### **Редькин А.В.**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Подъемно-транспортные машины и оборудования»  
Тульский государственный университет, г. Тула  
e-mail: ra171171@yandex.ru

### **Red'kin A.V.**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Lifting and transporting machines and equipment", Tula State University, Tula  
e-mail: ra171171@yandex.ru

### **Митяев А.С.**

студент кафедры «Подъемно-транспортные машины и оборудования» Тульский государственный университет, г. Тула  
e-mail: aheldji@gmail.com

### **Mityaev A.S.**

Student of the Department "Lifting and transporting machines and equipment", Tula State University, Tula  
e-mail: aheldji@gmail.com

### **Редькин А.В.**

ведущий инженер. Центральный аэрогидродинамический институт, г. Жуковский  
e-mail: ared@bk.ru

### **Red'kin A.V.**

Lead Engineer, Central Aerohydrodynamic Institute, Zhukovsky  
e-mail: ared@bk.ru

### **Аннотация**

Оперативность выполнения и возможность производства подъемно-транспортных операций в труднодоступных местах является на сегодня весьма актуальным вопросом. Рассмотрена возможность применения принципа летающего крана в качестве грузоподъемного и транспортирующего средства. В качестве вариантов реализации предлагается использование беспилотных летательных аппаратов. Приводятся перспективы использования мультикоптеров и многовинтовых модульных систем.

**Ключевые слова:** подъемно-транспортные операции, летающий кран, беспилотный летательный аппарат, многороторные системы.

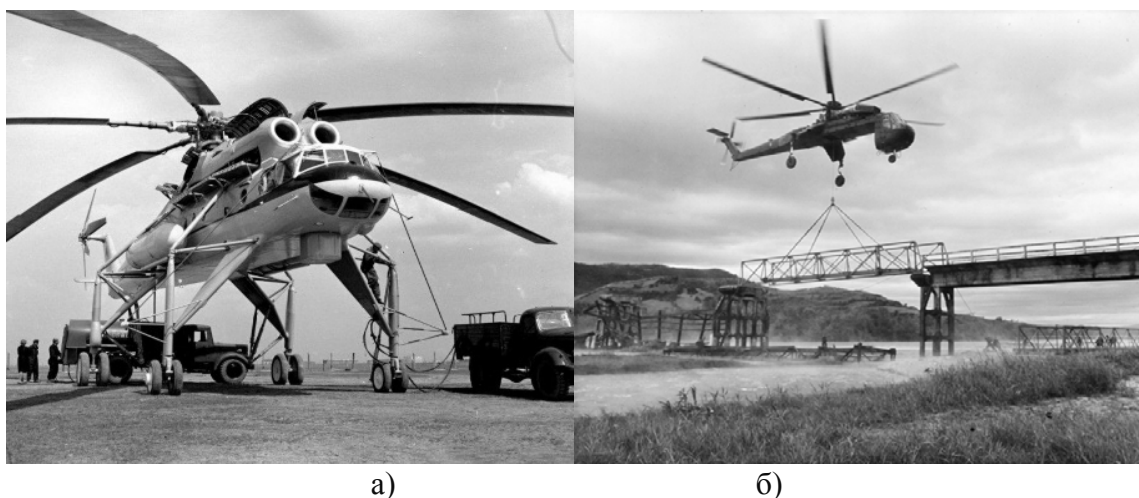
## Abstract

The operativeness of execution and the possibility of carrying out hoisting and transport operations in hard-to-reach places is a highly topical issue today. The possibility of using the principle of a flying crane as a load-lifting and transporting means is considered. The use of unmanned aerial vehicles is proposed as implementation options. The prospects for the use of multicopter and multi-screw modular systems are given.

**Keywords:** lifting and transporting operations, flying crane, unmanned aerial vehicle, multi-rotor systems.

Подъемно-транспортные операции представляют собой один из самых затратных в плане «время-деньги» пунктов. Оперативность доставки подъемно-транспортного средства и развертывание его на месте использования может вызвать серьезные задержки выполнения работ, особенно, если работы производятся в труднодоступных местах.

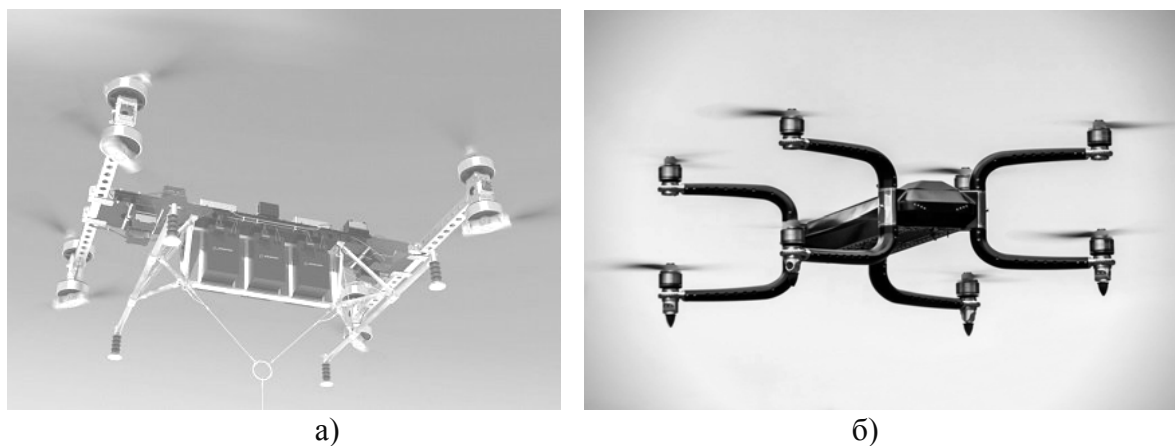
На грани 40–50-х годов прошлого века появилось понятие «летающий кран», предполагающее вертолет-кран, предназначенный для строительно-монтажных работ и транспортировки грузов на внешнем подвесе. Летающий кран специальной постройки не нуждается в объемной грузовой кабине, поэтому его грузоподъемность выше, чем у вертолета общего назначения с той же силовой установкой. Гражданские летающие краны применяются в строительстве в отдаленных районах, при монтажных работах в высотном строительстве, при установке опор высоковольтных линий электропередач. Примерами могут быть отечественный Ми-10 и Sikorsky CH-54 (рис. 1), использовавшиеся исключительно в подъемно-транспортных операциях в сложных условиях. Несмотря на незаменимость таких аппаратов для производства грузоподъемных работ, их производство и использование стало практически единичным.



**Рис. 1.** Летающие краны: а – Ми-10 (СССР); б – СН-54 (США)

С появлением беспилотных летательных аппаратов (дронов), функционирующих по «вертолетному» принципу (мультикоптеров), возникла возможность использовать принцип «летающего крана» в оперативных условиях с небольшой грузоподъемностью. Беспилотные летательные аппараты выполняют полет без пилота на борту и управляются в полете автоматически, оператором с пункта управления или сочетанием указанных способов [1]. Наличие легких электродвигателей (ЭД), имеющих высокую приемистость управления, а также источников питания на 10–15 мин. полета, позволяет создавать дешевые радиоуправляемые мультикоптеры в диапазоне взлетного веса от одного до нескольких килограммов. Количество винтов таких аппаратов может варьироваться от 4 до 10. Такие аппараты показывают высокую эффективность для выполнения задач видеосъемки, разведки и даже доставки грузов (несколько килограмм) на небольшие расстояния.

Мультикоптер зачастую принято называть квадрокоптером, хотя, по сути, он таковым является далеко не всегда. Название дрона напрямую зависит от количества пропеллеров, поэтому дроны, например, с 6 и 8 пропеллерами правильно называть гексакоптером и октокоптером соответственно. В самом простейшем варианте – это летающая конструкция с крестообразной рамой и размещенными на ней ЭД с винтами. Другие конструкции такого типа представляют собой разветвленную раму, в узлах которой закреплены ЭД с подъемными винтами, либо на одном плече дрона размещены два привода (рис. 2).



**Рис. 2.** Октокоптеры Boeing (а) и Griff (б)

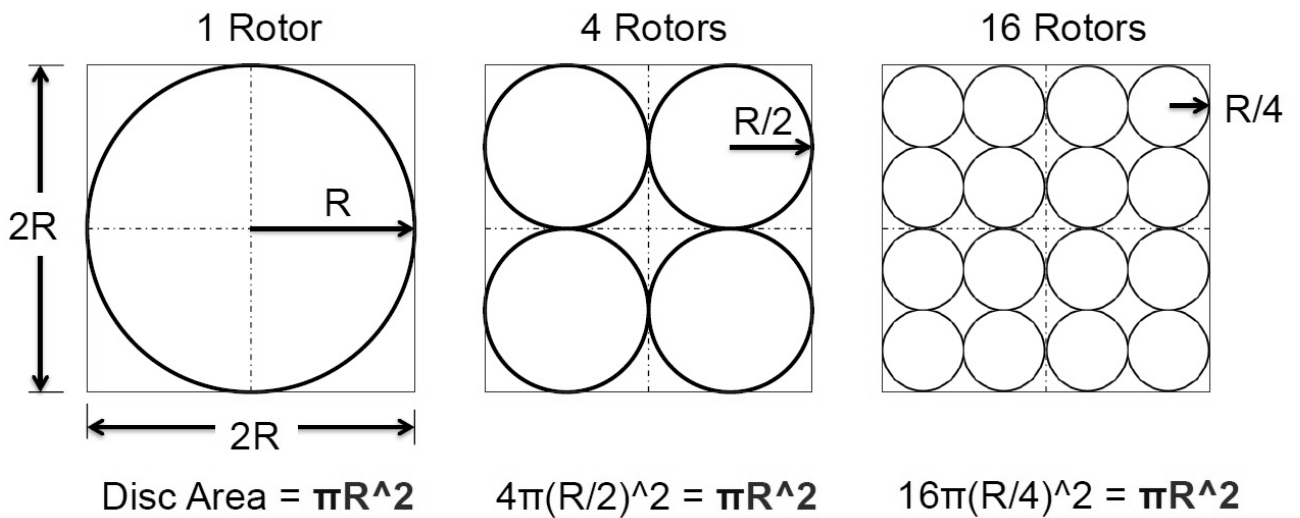
Еще 3–4 года назад максимальный вес перемещаемого груза беспилотными летательными аппаратами был в пределах 5–10 кг. Высокий темп роста технологий и интенсивное развитие исследований и разработок в данной области позволяют предполагать значительное увеличение грузоподъемности. Создано уже значительное количество аппаратов такого типа, способных поднять, например, одного человека. Рассмотрим несколько примеров.

В Казани в 2016 г. специалисты инновационной компании «ОКБ Авиарешения» сконструировали дрон для перевозки грузов FLYP. Беспилотник используется для химической обработки урожая и лесных массивов. Грузовой коптер может поднимать и переносить до 180 кг [2]. Новая разработка компании – коптер SKYF, грузоподъемность которого составляет на настоящий момент до 250 кг с перспективой увеличения до 400 кг [3].

Компания Boeing в конце 2017 г. представила свой новый беспилотник (см. рис. 2а), способный перемещать тяжелые грузы на небольшие расстояния [4]. Октокоптер, согласно заявленной спецификации, способен поднимать в воздух полезную нагрузку весом до 227 кг. Стоит отметить, что на разработку беспилотного летательного аппарата с вертикальной посадкой и взлетом у специалистов американской компании ушло всего три месяца.

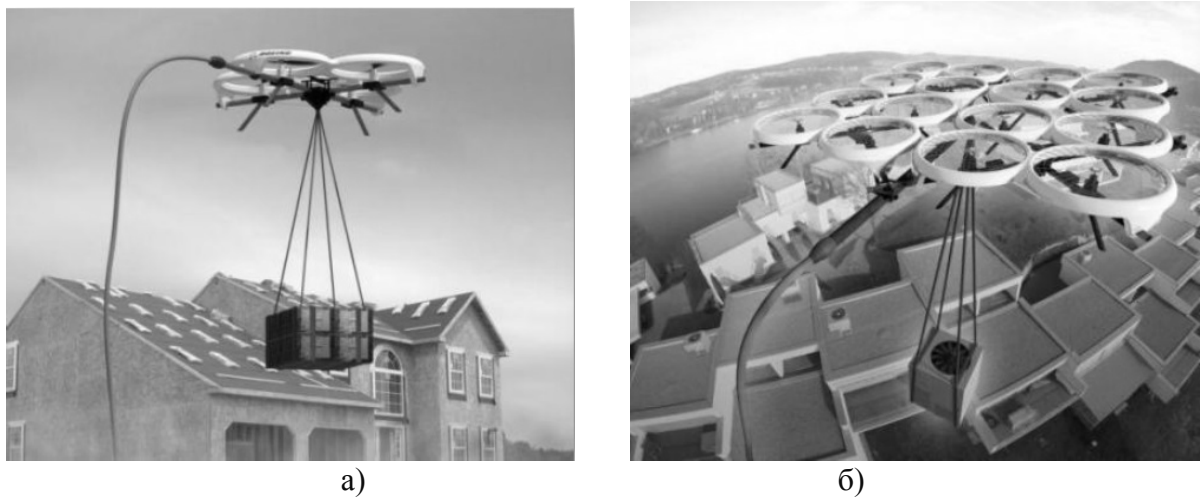
Норвежская компания Griff Aviation представила радиоуправляемый октокоптер Griff 300 (см. рис. 2б), который оснащен восемью пропеллерами, работу которых обеспечивает восемь моторов. На одном заряде дрон может продержаться в воздухе от 30 до 45 мин. в зависимости от нагрузки. Дрон весит 75 кг и может перевозить до 225 кг груза. В планах компании выпуск грузового дрона Griff 800, который может брать на борт до 800 кг. Последующие модели будут обладать еще большей грузоподъемностью [5].

Другим перспективным решением задачи повышения грузоподъемности является использование модульных винтовых многороторных систем, работающих на общую нагрузку (рис. 3).



**Рис. 3.** Системы с разным количеством винтов

Опыт применения таких систем уже существует в разработках компании Boeing (рис. 4).



**Рис. 4.** Использование модульных систем: а – 4 винта; б – 16 винтов

Основными преимуществами многовинтовой схемы являются:

- увеличение грузоподъемности за счет снижения суммарного веса винтов и их агрегатов, поскольку несколько винтов имеют меньший вес, чем один винт той же суммарной площади;
- повышение безопасности полета при отказе одного или нескольких двигателей;
- повышение надежности и ресурса силовой установки в связи с исключением ряда сложных механических устройств;
- повышение качества траекторного управления и маневренности вследствие возможности раздельного управления частотой вращения несущих винтов.

Развитие концепций многороторных транспортных систем в настоящее время обусловлено активным внедрением бесколлекторных электрических двигателей, имеющих высокую удельную мощность (до 5 кВт/кг), и литий-ионных аккумуляторных батарей [6-7]. Рост мощности выпускаемых бесколлекторных ЭД позволяет переходить к созданию многовинтовых систем большей размерности. Современные асинхронные бесколлек-

торные электродвигатели выпускаются серийно и широко используются в наземном транспорте для привода электрических и гибридных автомобилей, а также поездов, автобусов, трамваев, троллейбусов. Такие двигатели имеют неплохие весовые характеристики и могут быть использованы в СУ летательных аппаратов с небольшими доработками. Выпускаются также серийные ЭД, предназначенные для авиационного применения мощности в диапазоне 20–100 кВт, как правило, для мотопарапланов, дельтапланов, мотопланеров и легких самолетов.

Учитывая, с какой скоростью движется прогресс в области беспилотных летательных аппаратов с большой грузоподъемностью, в ближайшем будущем они могут потеснить традиционные грузоподъемные машины. Существующие на сегодняшний день беспилотные летательные аппараты приспособлены для использования в различных регионах, т.к. имеют широкий температурный диапазон перемещения в условиях бездорожья и возможность использования в условиях плохой видимости, например, в дождливую погоду, туман. Такие разработки можно будет использовать в решении логистических задач на объектах. При этом решается вопрос переброски грузов небольшого веса с производственных баз на объект, на небольшие расстояния в условиях бездорожья, кроме того, исчезает необходимость в высокопроходимых транспортных средствах и дополнительной рабочей силе, что является экономически выгодным.

### Литература

1. Перспективы развития и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами. Доклады и статьи ежегодной научно-практической конференции. г. Коломна. 2016. – 274 с.
2. Российский стартап по производству промышленных дронов FLYP [Электронный ресурс] // Rusbase: интернет-изд. – 2017. – URL: <https://rb.ru/news/flyp-deal/>.
3. Сайт ООО «ОКБ Авиарешения» [Электронный ресурс] // URL: <https://skyf.pro/ru/skyf-ru/>.
4. Дрон может стать предшественником автономного летательного аппарата [Электронный ресурс] // «Мотор»: интернет-изд. - 2018. - 11 янв. - URL: <https://motor.ru/news/boeingdrone-11-01-2018.htm>.
5. Дрон Griff 300 может транспортировать грузы массой более 200 кг [Электронный ресурс] // «Хайтек»: интернет-изд. - 2016. - 22 дек. - URL: [https://hightech.fm/2016/12/22/griff\\_aviation](https://hightech.fm/2016/12/22/griff_aviation).
6. Дунаевский А.И., Косушкин К.Г., Редькин А.В. Исследования инновационных концепций ЛА вертикального взлета и посадки, предназначенных для выполнения местных и региональных авиаперевозок // Материалы XXIX научно-технической конференции по аэродинамике. г. Жуковский: Изд-во ЦАГИ. – 2018. – С. 120.
7. Редькин А.В., Косушкин К.Г. Исследование концепции преобразуемого ЛА с гибридной силовой установкой и останавливаемыми подъемными винтами для местных и региональных авиалиний // Модели и методы аэродинамики Материалы Восемнадцатой международной школы-семинара. г. Жуковский: Изд-во ЦАГИ. – 2018. – С. 122–124.