



3.10.2022

**ОТЗЫВ**  
**зарубежного руководителя**  
**на диссертационную работу Калекеевой М.Е.**  
**«Разработка и исследование беспилотного летательного**  
**манипулятора с искусственным зрением»,**  
**представленную на соискание ученой степени доктора**  
**PhD по специальности 6D071400 – Авиационная техника**  
**и технологии**

Люди всегда пытались превзойти свои собственные возможности. Этот инстинкт преодоления и непрерывная эволюция технологии вели в начале прошлого века к важным достижениям в областях робототехники и авиации, в результате чего способность летать стала не только умением животного мира, но и позволила создать надежный вид транспорта в современных обществах. В то время как коммерческие самолеты стали частью повседневной жизни, развитие других типов воздушных транспортных средств также претерпевало изменения и совершенствовалось.

БПЛА хорошо зарекомендовали себя в условиях исключения физического взаимодействия с окружающей средой, выполнения отслеживания, наблюдения и других инспекционных задач. Но область применения беспилотных летательных аппаратов постоянно расширяется. Для некоторых сфер жизнедеятельности использование пилотируемой авиации недопустимо из-за высоких рисков для пилота.



Использование БПЛА, оснащенных роботизированными системами, способными взаимодействовать с внешней средой, может значительно увеличить их возможности. В последние годы появилось новое направление по использованию воздушных манипуляторов для большего функционального разнообразия: физический осмотр, техническое обслуживание, очистка стен и сбор объектов в труднодоступных местах.

Основной проблемой, которая не была решена теоретиками, является отсутствие исследований взаимодействия мультикоптера, оснащенного манипулятором, с вертикальной стеной. Любая задача, выполняемая воздушным манипулятором на вертикальной стене, выполняется с учетом комбинации крутящих моментов и сил.

Мультикоптеры, важный класс БПЛА, появились в течение последних нескольких лет. С продвижением технологий улучшилась компьютерная обработка данных, инерциальные датчики и литий-ионные полимерные (LiPo) батареи. Поскольку эти устройства имеют очень простую механическую конструкцию без гребных винтов изменяемого шага и могут быть спроектированы соответствующего размера и количества роторов, они могут использоваться как простые и универсальные решения для многих приложений.

В диссертационной работе Калекеевой М.Е. на высоком аналитическом уровне проанализированы использование БПЛА, оснащенных роботизированными системами, способными взаимодействовать с внешней средой, которые могут может значительно увеличить их возможности.

Основная цель работы заключается в изучении возможностей управления мультикоптером, оснащенный многос шарнирным роботизированным манипулятором при взаимодействии с вертикальной стеной с заданной силы или крутящего момента. Исследуются стратегии управления воздушными манипуляторами, а также мультикоптерами при взаимодействии с вертикальной поверхностью.